Science Council of Canada
Conseil des sciences du Canada

Discussion Paper

R&D Links between Firms and Universities: Six Case Studies

William G. Hutchison
Peter Milley
Neil Baird
Donna Bevelander

R&D LINKS BETWEEN FIRMS AND UNIVERSITIES: SIX CASE STUDIES

September 1987

Discussion papers are working documents. They are made available by the Science Council of Canada, in limited numbers, to interested groups and individuals for the benefit of their comments.

The views expressed in this discussion paper are those of the authors and are not necessarily endorsed by the Science Council of Canada.

Copies of

R&D LINKS BETWEEN FIRMS AND UNIVERSITIES: SIX CASE STUDIES

are available
free of charge from:

The Publications Office
Science Council of Canada
100 Metcalfe Street
Ottawa, Ontario K1P 5M1

Vous pouvez aussi vous procurer la version française à l'adresse ci-dessus.

©Minister of Supply and Services, 1987

Catalogue No. SS21-5/1987-8E
ISBN 0-662-15566-1

CONTENTS

Foreword 5

1. Introduction 7

2. Simon Fraser University and Clay's Nurseries, Langley, British Columbia 9

3. University of Calgary and Willowglen Systems Ltd. 14

4. University of Waterloo and John Deere and Company 17

5. The Stelco Chair of Metallurgy at McMaster University 20

6. École Polytechnique, Seven Engineering Firms, la Société d'énergie de la Baie James, and Hydro-Québec 24

7. Acadia and St. Mary's Universities, Scotian Gold Cooperative, and the Norfolk Fruit Growers' Association 28

8. General Comments and Conclusions 30

9. Summary 37

FOREWORD

Research and development links between firms and universities in Canada are not new. What is new is their large number and the fact that both sides are taking them much more seriously than before. Despite the current interest in R&D links, very little is known about them. What motivations and expectations lie behind these links? What activities take place and what problems are faced? What are their benefits? What impact do they have on the firms and universities? Much can be learned by comparative studies of R&D links.

This discussion paper investigates six examples of R&D links between universities and firms, pointing out the benefits of such links and identifying the factors that contribute to, as well as those that inhibit, their success. The main purpose of this work, however, is not to provide an exhaustive list of do's and don'ts for those involved in university-industry R&D links. Rather, its aim is to illustrate the diversity of such links and to show that their success or failure rests on a complex set of social and economic factors.

R&D Links between Firms and Universities: Six Case Studies is the seventh publication from the Science Council's "University Science and Technology and Canadian Economic Renewal" study. Each publication looks at different ways in which universities could take part more effectively in economic renewal. The overall study is being developed and guided by a committee of Science Council members and staff. Dr Geraldine Kenney-Wallace, Science Council chairman, chairs the committee. Other Council members who serve on the committee are professors James Cutt and Jean-Pierre Garant and Dr Hugh Wynne-Edwards. Dr Vaira Vikis-Freibergs, vice-chairman of the Council, is an ex officio member of the committee. Council staff on the committee are Dr James Gilmour, director of research, and Dr Philip Enros, science adviser and project leader for the study. Dr Gerald W. McIntyre of the Council of Ministers of Education, Canada, participates as an observer.

This discussion paper was produced under contract with William G. Hutchison & Company Limited, a Toronto-based consulting firm. William G. Hutchison is its president, Peter Milley is general manager of the research division and Neil Baird and Donna Bevelander are senior consultants with the company.

James M. Gilmour
Director of Research
Science Council of Canada

1. INTRODUCTION

We decided that a series of case studies would be the most effective method of examining the links between industry and the universities and learning why some relationships succeed and others fail. We began with a survey of experts from industry, government, and the universities, which produced a list of more than 50 situations that broadly reflected the nature and extent of existing links. We narrowed this down to six sites appropriate for case studies.

It was important to ensure that the cases we selected accurately represented the present universe of Canadian R&D links. Accordingly, we sought:

- a variety of small, medium, and large universities;
- a variety of small, medium, and large industrial partners with research intensities from high to low;
- a good range of sciences and technologies;
- a variety of academic and scientific disciplines;
- a variety of sizes in projects, measured by budgets and the number and variety of partners;
- representation from all regions of Canada.

The cases selected were:

- Simon Fraser University, British Columbia, and a group of several firms, another university, and a government department. Participants collaborated in research into genetic engineering and tissue culture for forestry.
- University of Calgary, Alberta, linked with Willowglen Systems Ltd., Calgary, Alberta. The university's SRDG (software research and development group) collaborated with the company in developing supervisory, control, and data acquisition software.
- University of Waterloo, Ontario, linked with the Welland, Ontario division of John Deere Ltd. The company contracted with the university's WATMIMS (management of integrated manufacturing systems) research group to simulate by computer a proposed new plant layout with high flexibility and to use the resulting software to help schedule production from time to time.
- McMaster University, Ontario, linked with Stelco, Hamilton, Ontario. The project was a Stelco-funded chair in metallurgy at the university.
- École Polytechnique, Quebec, linked with nine industrial partners (including seven engineering consultant firms, la Société d'énergie de la Baie-James, and Hydro-Québec). The project was to develop new software for the computer-aided design and construction of large hydroelectric installations.
- Acadia and St. Mary's universities, Nova Scotia, linked with Scotian Gold Cooperative, Kentville, Nova Scotia, and Norfolk Fruit Growers' Association, Simcoe, Ontario. The relationship involved a two-part project to test new ways of improving apple storage.

After establishing who were the actors in each case, we interviewed them, sometimes in groups but more often individually. We then reviewed available written materials and produced a draft report, which was given to the participants to ensure its accuracy and to allow comments on our observations and conclusions.

The reports begin by describing in each case the purpose, the participants, and the evolution of the project; this is followed by observations and a discussion of what seem to be the reasons for the success or failure of the project.

We conclude with a more general section of comments and conclusions, in which we summarize the important factors common to the dynamics of the six cases.

2. SIMON FRASER UNIVERSITY AND CLAY'S NURSERIES, LANGLEY, BRITISH COLUMBIA

Introduction

This was a project to develop an effective means of propagating trees and shrubs using a genetic engineering process known either as tissue culture or as micropropagation.

The process involves the multiplication of cells of a manually sliced part of a plant bud rather than growing from seed. It allows faster maturation of plants in addition to their exact replication. However, moving the growing pieces of bud from a controlled laboratory environment to the real world where a young plant must put down roots has been particularly difficult for coniferous trees and certain woody shrubs.

This link began in 1983 when Clay's Nurseries applied to the National Research Council for a PILP (program for industry-laboratory projects) grant to continue research it had begun privately in 1979. The grant, awarded in June 1984, provided, over three years, $100 000 to Dr W. Vidaver at Simon Fraser University and $485 000 to Clay's Nurseries of Langley, British Columbia. The original work involved the micropropagation of a number of woody ornamental shrubs. However, in 1985 a second project, involving white spruce trees, was initiated between these two organizations. This work is partially funded by a Science Council of British Columbia grant of $12 000 a year.

In addition to Simon Fraser University and Clay's Nurseries, a number of other organizations have become involved over the years. In particular, the British Columbia Ministry of Lands and Forests is now working with SFU to perfect for commercial use the laboratory equipment used to test the vigour of a young plant. Also, three other forestry companies are now involved in different tree micropropagation projects with SFU, all of which have spun off the original Clay linkage.

British Columbia's economy has a great deal to gain from this project. Currently about 200 million trees are being planted in the province each year, so even a small improvement in survival and growth rates can provide a multimillion dollar payoff.

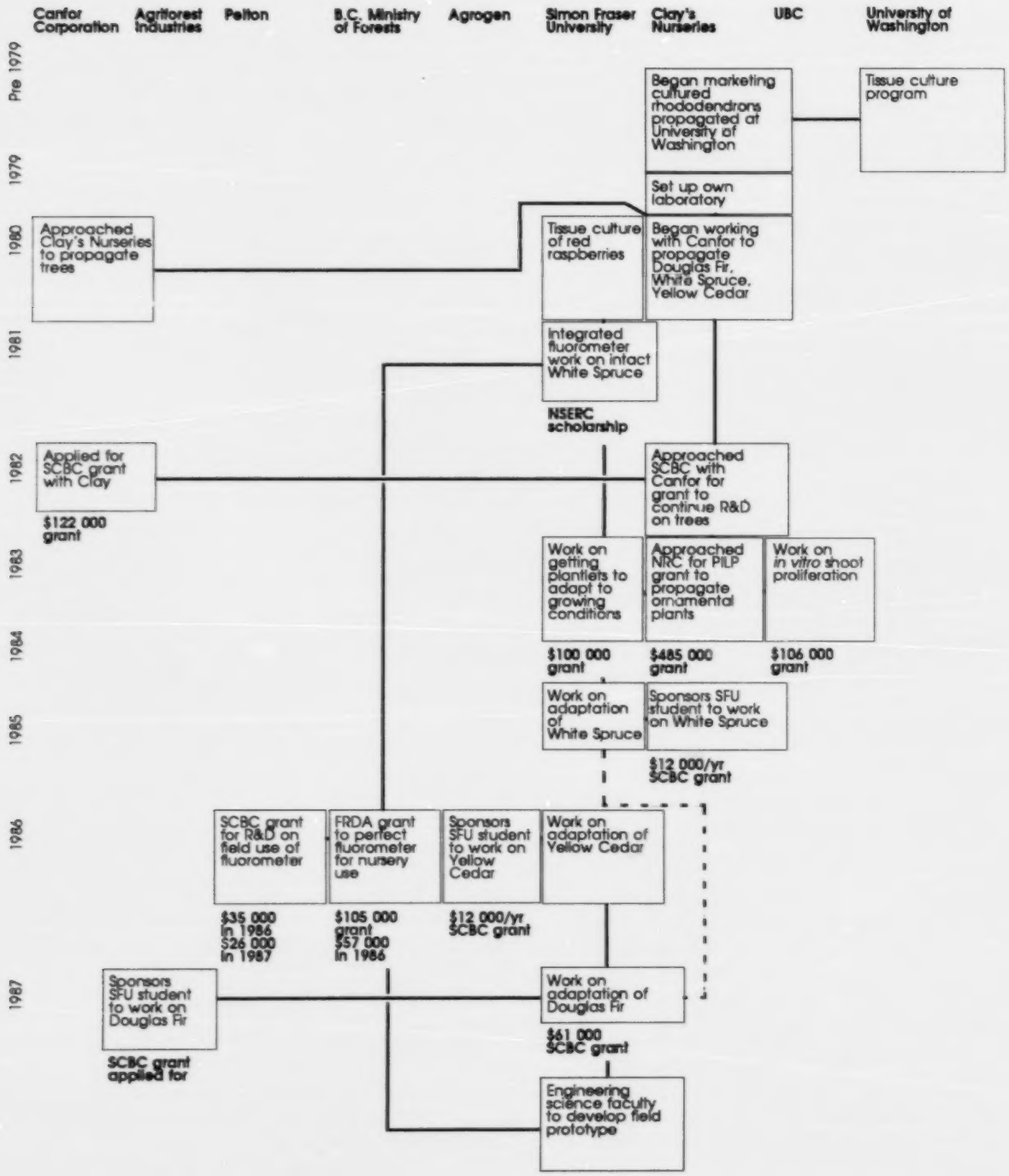
Evolution

The evolution of this link is illustrated in Figure 1. In the early 1970s Clay's Nurseries began working with the University of Washington in Seattle. At that time Clay provided, partly at its own expense, a real-world site for the micropropagation of rhododendrons. In 1979 Clay opened its own laboratory at the nursery in Langley, British Columbia to continue this work and to investigate the micropropagation of other species.

In 1980 Clay was approached by Canfor Corporation to conduct micropropagation research with white spruce, Douglas fir, and yellow cedar. Canfor funded this research from July 1980 until March 1983. The Science Council of British Columbia (SCBC) was then approached and approved a $122 000 grant to continue this work.

In addition the SCBC has since provided a $61 000 research grant and two annual GREAT (graduate research in engineering and technology) awards of $12 000 (a third one has been applied for) to help support the project. Dr Vidaver of SFU works with three students, each of whom works on a separate tree species within the program to determine the best way to adjust a tissue-cultured plant to the natural world.

Figure 1. Links between Simon Fraser University, Clay's Nurseries and other partners



Each of these separate efforts is cosponsored by a private sector company. Clay's Nurseries cosponsors the work on white spruce, Agrogen Ltd. cosponsors the student working with yellow cedar, and AgriForest Technologies has agreed to cosponsor the Douglas fir work.

Of course, all this work on coniferous trees has led to considerable interest in Dr Vidaver's work by the British Columbia Ministry of Lands and Forests. As the annual reforestation budget is close to $100 million (each seedling costs 18 to 20 cents to grow and another 20 to 30 cents to plant), the ministry has a lot at stake.

Seedlings of poor quality have little chance of survival on outplanting into harsh, clearcut sites. Present tests to measure the vigour of young seedlings are indirect, time consuming, and expensive. A fluorometer has been developed in Dr Vidaver's laboratory to assess seedling health. It will provide a rapid assessment of seedling quality in the nursery as well as after planning and is expected to have significant implications for field testing work.

The recent forest resources development agreement (FRDA) between the British Columbia and federal governments has allowed a team led by Dr Vidaver to receive a grant of $105 000 to perfect the fluorometer for nursery and field use. The FRDA administration considers this to have the third highest priority of 24 funded projects.

The development of the fluorometer is a spinoff from the original biotechnical research effort. Currently, the challenge is to create a portable, durable, reliable, easy-to-use instrument. Coming full circle, the engineering science faculty at SFU has become involved in developing a field prototype of the fluorometer. The university-industry liaison office at SFU was instrumental in linking Dr Vidaver's laboratory and the engineering staff.

And finally, Pelton Reforestation Ltd., British Columbia's largest private tree nursery, growing more than 35 million seedlings each year, has just been awarded a $61 000 grant from FRDA to assist in the development of the fluorometer for nursery use.

What started with Clay's Nurseries own research into the micropropagation of rhododendrons has evolved into a successful link with SFU involving other woody ornamental shrubs and white spruce trees. Meantime, SFU's research team headed by Dr Vidaver has initiated links with other private companies and the British Columbia Ministry of Lands and Forests. As Figure 1 shows, there is now a complex web of interrelated projects, which is proceeding well and should provide substantial benefits to the British Columbia economy when completed.

Observations

A key element of success for this project is the personal relationships between the main players. Dr Vidaver could have retired a few years ago but has stayed on at SFU because he is committed to the success of the projects under his supervision. Equally enthusiastic is Leslie Clay of Clay's Nurseries, not to mention his 92-year-old father, who is still active in the business, and his 22-year-old son, who is just beginning to follow in the footsteps of his seniors. The enthusiasm expressed in these two camps and the obvious respect for each other's work has effectively carried the project forward.

Another key factor is effective communication between the parties. This communication starts at the beginning when the objectives of each element of the

research are defined. Once both parties understand what is expected of them, then good communication thereafter is essential to keep the project on track. Mr Clay and Dr Vidaver meet at least once a month to discuss project programs and often talk on the telephone.

A further element of success is the manageable size of the individual elements within this complex web of interrelated projects. Each of the micropropagation projects deals with a specific variety; the common thread is Dr Vidaver's laboratory, but the companies participating in each project have a completely separate focus. This minimizes any competitive problems that could arise.

The fourth element of the project's success is the commitment of the researchers within the university. As one private sector person said, "the university researcher has to be allowed to do what he or she wants to do. You cannot force an agreement." In other words, the project must have genuine academic appeal -- if the researcher is committed by agreement to something the company wants but is of little interest academically, it is unlikely that the project will receive the attention it deserves.

No major issues have surfaced that threaten the success of this project. However, a number of minor constraints have appeared. The first is the reporting relationship with the National Research Council (NRC). At first, a one-page quarterly report by Clay was completely acceptable to the NRC. Then, when the original project officer was replaced, the report had to be six to 10 pages long to be acceptable. Furthermore, the 1986 technical report still has not been accepted by the NRC at the time of writing because it does not contain the newly requested statistical analysis. The result is that the NRC has withheld funds for four months, causing an unanticipated financial strain on Clay of about $60 000.

Second, there is the issue of the sometimes contradictory objectives of each institution. R&D expenditures made by a company must in the long run return a profit. This involves achieving objectives within certain deadlines. Following a period of confusion during the year after the PILP grant was first awarded, the university researchers are following specific objectives with mutually agreed deadlines.

Other issues surround the basic objective of university research -- to push forward the frontiers of knowledge so that all may benefit. Professors and students are rewarded, directly and indirectly, through publication of the results of their work. But how can this reward system be reconciled with a company's need for secrecy and a technological lead over its competition?

In the case of the three tree propagation projects this dilemma has been solved by written agreements between each company and the sponsored student. These agreements allow the students to present their findings in their university theses but journal publication is prohibited for one year after that. The agreements also allow each company any available patents from the research.

The issue of academic rewards is largely a nonstarter in this case. Dr Vidaver is so enthusiastic about the prospects of his contribution to the economy of British Columbia that he is not driven by the publish-or-perish syndrome. His younger associates on staff at SFU may have greater concerns here, but it appears they too have put the importance of the project ahead of any short-term personal gain they might realize from more traditional academic behaviour.

Summary

The success of this project stems from two basic factors -- the commitment and skill of the people involved and its present importance to the economy of British Columbia. The first of these two factors enabled clear objectives to be set for each element of the project and ensured the leadership, communication, and hard work required to achieve those objectives. The second factor was a cause of strong academic and private support without the traditional public constraints of university research.

Although by late 1986 the work was still proceeding, every indicator suggested that all aspects of this case would be successful. Should this be so, the case clearly demonstrates the economic potential of well-planned university-industry research links.

As little as three years ago, the basic objective was to use tissue culture to propagate ornamental shrubs. Although this work is still of considerable importance to Clay's Nurseries, it is the subsequent work on three species of trees that is of greatest importance to the province.

Not only could the result be the propagation of genetically superior trees, but the fluorometer work should greatly enhance the chances of using stock of good quality for outplanting, thereby increasing survival in the field. If the overall survival rate (now as low as 33 per cent in some areas) can be improved by a mere 10 per cent, the payoff could exceed $10 million annually.

3. UNIVERSITY OF CALGARY AND WILLOWGLEN SYSTEMS LTD.

Introduction

This link was established to develop software to control continuous flow-production processes. In the trade, this type of software is known as SCADA (supervisory, control, and data acquisition). SCADA systems are particularly useful in the oil and gas industry but are also used in a wide range of other plants and processes.

Within the University of Calgary a group of about 27 scientists and engineers has formed a unit called SRDG (software research and development group). Some members of this group, consisting of people from the faculties of electrical engineering and management and the university's computer centre, are working on the SCADA package with Willowglen Systems Ltd. of Calgary.

The project began officially in April 1986, after several months of negotiation between Willowglen and the SRDG. The budget now stands at $1.4 million.

Evolution

The origins of the project go back to October 1985, when the National Research Council (NRC) granted Willowglen $460 000 under its industrial research assistance program (IRAP) to help finance what was then a $1.1 million SCADA research and development project. In December that year, a chance meeting occurred between Willowglen's president and the head of the university computer science department at a board meeting of the Alberta Microelectronics Centre. During the conversation the Willowglen president learned about the SRDG and it became evident that the group had the expertise his company needed for its SCADA project.

The members of SRDG were pursuing research in distributed computing, artificial intelligence, graphics, very large scale integration (VSLI) circuits, human-computer interfaces, and dynamic documentation. Of particular interest to Willowglen was a distributed computing project underway at SRDG entitled JADE.

JADE is a project, financed by a $1.2 million Natural Sciences and Engineering Research Council strategic grant, to construct a software environment aimed at distributed computer networks; it integrates tools for monitoring and graphically animating distributed programs. Willowglen saw an opportunity to develop a real-time distributed system based on JADE concepts into which innovative application software for plant and process control could be embedded.

Although Willowglen staff were impressed with the JADE technology, they were initially reluctant to enter into a contract with the university. The company had no previous experience in contracting with a university and feared that the university personnel would be unable to devote the necessary time to the project and to conduct the work within the rigid time limits their business demanded. The workplan for the company's $1.1 million SCADA project, if successful, envisioned an increase in its $10 million revenues to $100 million within five years, 90 per cent of which would be exports. The research was at first seen as 60 per cent software and 40 per cent hardware oriented, but six months into the project it was realized that the hardware component of the research should be substantially reduced, leaving 90 per cent in software. Thus Willowglen was looking for the advanced software expertise that SRDG had.

After months of difficult negotiations, the University of Calgary and Willowglen Systems Ltd. contracted to carry out this ambitious research and development project for a real-time distributed software base and the SCADA application using this base.

Phase one of the project was the detailed definition of the project and development of the specifications. It was completed in October 1986, one month ahead of schedule. It is now expected that the whole project will be completed by May 1988.

Observations

The expertise of SRDG, as well as the JADE software, were fortuitous finds for Willowglen. These were key factors in the company's decision to work with the university.

The company's initial qualms about collaborating with an academic institution were put to rest. First, the principal investigator, Dr R. Vasudevan, had a strong personal commitment to this type of research and in fact had worked in SCADA for a competitor of Willowglen. Thus he had had practical experience to balance the university's academic environment. Second, the fact that SRDG had permanent research staff to support the faculty members and graduate students alleviated the company's fear that the university people would not devote sufficient time to the project. Finally, the group had done research on contract for the United States navy and had shown it could deliver quality work on schedule.

Other factors, however, have caused real problems, both during the initial negotiations and during the project. The first of these is the university's policy of charging for overhead. When negotiations began everything seemed to be set for a successful link; the project would further the goals of the university, the SRDG group, the company, and all participating individuals. It could also help diversify and strengthen Alberta's economy. However, during negotiations the university decided on a policy of charging 100 per cent of overhead costs on contract research. This put the contract out of reach; even the more common 65 per cent was too much for Willowglen.

Had the university insisted on standing by the new policy, the link would not have been established. However, the university's office of technology transfer was able to surmount this barrier with a creative alternative. Under the arrangement, Willowglen reimburses a significantly smaller part of the overhead cost (25 per cent) but must share the rights to other application developments on the base system software. The office of technology transfer persuaded university officials to accept this arrangement and waive the reimbursement policy in return for the long-term benefits that the project offered. The contract was signed and the link formally established.

At this point, the two parties had in essence entered into a joint venture agreement. Both were risking resources in the anticipation of benefits. Both were willing to be flexible in the interest of mutual gain and both were operating on a certain amount of trust.

The second major obstacle to be overcome was the relationship with the National Research Council. Throughout the negotiations between Willowglen and the university, NRC representatives were kept informed because part of the funding would have to come from the $460 000 IRAP grant mentioned above. Willowglen devoted much time and effort to detailing the impact that the participation of the SRDG would have on the original IRAP grant. NRC encouraged the collaboration, particularly because Willowglen staff would be working at the university, an arrangement that suggests a

more intense technology transfer than would a conventional subcontracting agreement. Both parties received verbal assurances that NRC would accommodate the project and, time being critical, work proceeded based on the verbal agreement. However, when official approval was requested in writing, the proposed amendments were refused.

Six months was required to obtain formalized approval for the IRAP reimbursement, which only covered the project from the approval date. As well, NRC could not take into account the relinquishing of rights to the university in lieu of payment. SRDG staff were therefore not considered in-house personnel and consequently were not eligible for the 80 per cent salary support IRAP contributes to in-house staff. This, understandably, placed severe and unanticipated financial strains on the company. After much negotiation, the NRC recognized the SRDG as a subcontractor. As of October 1986, Willowglen is eligible for support through IRAP of half the salaries of SRDG personnel working on the project, rather than the 80 per cent support available for Willowglen employees. Ironically, the very flexibility that enabled the link to be established almost killed the project. With the agreement in place and based on NRC's verbal approval for the funding, work began in earnest. The subsequent NRC changes placed Willowglen in significant financial jeopardy.

Summary

The success of this project hinges on three factors. As often is the case, the personal skill and motivation of the key researcher is the most critical factor. In addition, having within the university a group that has permanent staff people, that is designed specifically to serve the outside world, and that has a good reputation for the timely delivery of quality work was instrumental in getting the project off to a sure and rapid start. Finally, the entrepreneurial nature of the university office of technology transfer was important in persuading the university administration to be flexible in seeking compensation for the university's contribution.

Should the project achieve its objectives, Willowglen hopes to be able to increase its revenues tenfold in the next five years. The University of Calgary also stands to gain by this research link. The Willowglen project will help establish the SRDG group as a centre of expertise and be a further demonstration of capabilities to which the office of technology transfer could point.

4. UNIVERSITY OF WATERLOO AND JOHN DEERE AND COMPANY

Introduction

The key actors in this link were the University of Waterloo WATMIMS (management of integrated manufacturing systems) research group and the Welland, Ontario division of John Deere and Company Limited. Another important participant was Deere's U.S. headquarters staff.

Deere retained the WATMIMS group to simulate a new, flexible factory design. It was intended that the simulator would become a tool that would predict machine loads and schedule a new factory unit.

The project lasted a relatively short time -- it was originally intended to run April to August 1985, but it actually continued to December that year.

Evolution

The WATMIMS group is part of the department of management sciences at the University of Waterloo. It consists of 12 faculty members, a dozen students, and support staff. The group is interested in research into the integration of management techniques for planning and control of manufacturing processes. The group has been functioning as a unit since 1983, supported by a $200 000 strategic NSERC (Natural Sciences and Engineering Research Council) grant. It was recently awarded a second grant to continue investigating the simulation of just-in-time manufacturing.

The project with Deere was initiated because Deere planned to reorganize part of its Welland factory. Deere proposed to create a cell on the factory floor in which all the processes such as welding, machining, and assembly necessary to a product would be performed. This contrasts with more traditional manufacturing methods where processes such as welding are performed in only one location in the plant for all products. Deere's U.S. headquarters staff required that a simulation of the proposed new factory layout be submitted as part of the branch's request for capital for the plant reorganization. Deere's Welland personnel approached the University of Waterloo because a number of the engineering people at the branch, including the project manager of the new development, were Waterloo alumni.

Deere considered a number of consulting firms and universities but finally selected the WATMIMS people, primarily because they had a computer software package for manufacturing simulation called MAP/1, which had been developed by Pritzker and Associates of Indiana. A selling point for Deere was that the WATMIMS group's experience, combined with MAP/1, would allow Waterloo to do the job faster than competitors. The project was costed at $28 000.

The contract was awarded in May 1985, but the simulation was never completed. Deere's Welland personnel made a submission to U.S. headquarters without waiting for the simulation results and ultimately received approval for a new -- and different -- factory design. The design that was simulated was a more-advanced just-in-time Kanban pull system. The design that was approved by U.S. headquarters was a more-standard MRP (material requirements planning) system.

The first stage of the project included the original evaluation leading to the selection of the WATMIMS group by Deere. The second stage was a period of intensive data collection for the development of the simulator, which was really the main part of

the project. The project was not completed by the original August date, and in October the Welland managers made presentations for the more-standard design that received approval. However, the Waterloo group carried on until the end of December 1985, at which time the project was officially terminated. After December there developed a follow-on stage at no cost to either party, during which WATMIMS personnel have communicated periodically with Deere and reviewed follow-on results with them.

Observations

This was a small project, but it was the first relationship between the University of Waterloo and John Deere's Welland operation. It was also the first time that Deere personnel had had a link with a university.

Both parties had important expectations. Deere's Welland personnel had hoped for new analytical tools to support their submission to the U.S. headquarters. They had also expected the job to be completed in three months using a part-time support staff.

Originally, the Deere people were somewhat apprehensive about the academic world; they stated during interviews that they were concerned that the WATMIMS staff would not understand what to them is the real world. Nonetheless, they were sufficiently impressed during the selection process to choose WATMIMS. But they still harboured a feeling that there would be a lack of knowledge about the real world. This perception was completely overcome during the project; Deere personnel later told our interviewers that they were most impressed with the practical knowledge of the WATMIMS staff.

The WATMIMS people, on the other hand, responded to the Deere inquiry because in the United States the company is recognized as a major force in flexible manufacturing. Thus the Deere name was attractive to them for future purposes, as WATMIMS wanted to expand its links with industry.

The management structure for the project was relatively simple. Professor John Moore spent approximately one day every two weeks over four months as the principal researcher. Kenneth McKay, associate director for administration of the WATMIMS group, spent two days a week on the project as project manager. One staff member spent nine months on the project and one spent five months. Finally, a coop student was hired for the project during his work terms (later, during his fourth year at Waterloo in 1986-1987, the student developed a generic manufacturing cell simulator).

Deere appointed a project coordinator, who was a second level manager in the organization. Regrettably, he was released from employment halfway through the project -- for reasons other than the quality of his work. Three other Deere personnel worked part-time on the project.

Although the project was not completed, an important factor in such success as it did achieve was the university's flexibility in the supply of staff and computer time -- substantially more of which was made available than had been intended. Deere personnel were impressed by this demonstration of flexibility.

On the technical side there was important knowledge transfer for both parties. Deere personnel gained important insights into simulation. They agreed that a primary reason for the lack of completion of the project was their own serious underestimation of the job of collecting data and their inability to respond with additional staff once they realized their mistake. They also felt that the challenge of first undertaking a

simulation, then modifying the simulator for use in production scheduling increased the complexity of the program too much for either the budget or time available. WATMIMS staff felt they had given Deere adequate warning of the size of the task, but that the warning went unheeded.

The University of Waterloo gained important knowledge about the development of simulators for a cell approach to manufacturing using just-in-time Kanban pull management philosophies; indeed, by early 1987 it looked as if they would succeed in developing one of the world's first generic cell simulators for this type of manufacturing. Members of the group also were able to publish papers on the subject at two conferences. Finally, as a result of their Deere work, the WATMIMS people received more than $500 000 worth of software to test and analyse at no cost to themselves, and Waterloo became a beta test site for a major software vendor. All this activity has contributed to the selling of other projects.

The project provided no significant benefits for Deere's Welland personnel other than the acquisition of some practical knowledge on the use of simulators, as discussed above. The Welland people did say they felt they had discovered an important new resource they would use again in the future. Deere as a company received no economic benefit from the project.

Summary

The Deere project turned out to be important for the WATMIMS group members in that it expanded both their technical capability and their potential for future links with industry. The need for a better feasibility study before the project and a clearer understanding of commitments and requirements is probably the most obvious lesson of this example. The parties recognized that the allocation by Deere of dedicated personnel would be an important consideration for another such link -- and both parties said they would be willing to again undertake a project with each other. They viewed it as a learning process, and Deere personnel said they felt that future projects could succeed.

5. THE STELCO CHAIR OF METALLURGY AT McMASTER UNIVERSITY

Introduction

This relationship has lasted more than 25 years. In 1961 the Steel Company of Canada (Stelco) agreed with McMaster University in Hamilton that it would fund a chair of metallurgy. The original terms of reference for the chair were quite vague, stating simply that "the incumbent will have a distinguished reputation as a metallurgist; will be known as a Stelco professor of metallurgy; and will be appointed by the university to its staff with prior approval from the company." Assistance and advice to Stelco was implied but not documented.

Although the passage of time has rendered details unclear, our case research suggests that the original purpose of the chair was to bring to McMaster a world-class metallurgical scientist in the hope that this person would be the nucleus of a capability that would benefit the steel industry and allow McMaster to build a worthwhile metallurgy department.

The first incumbent was Robert Ward from Sheffield University. He had just published an internationally recognized book on metallurgy when he accepted the McMaster-Stelco offer. At that time Dr Ward was entertaining other offers, including one from Carnegie-Mellon in Pittsburgh, the home of the American steel industry. However, the prestige of the Stelco chair was sufficient to draw Dr Ward to McMaster where his work helped build the university's expertise and reputation.

Two other scientists have been appointed to the Stelco chair since Dr Ward. The present incumbent, Dr Wu-Kai Lu, is deeply involved with Stelco in a new direct reduction process for steel-making.

Evolution

Through the 1950s and into the 1960s, McMaster was evolving from a liberal arts Baptist college into a more research-oriented university with strengths in sciences and engineering. Under the presidency of Dr Harry Thode, the university established faculties of science and engineering and later of business and medicine. The interest in metallurgy began after World War II when veterans in the Hamilton area found jobs in the steel mills. When these employees reached the superintendent and general superintendent levels they sought opportunities for expanding their technical knowledge as steelmaking technology evolved.

McMaster provided evening classes, taught by industry engineers. Over time the classes developed into a more formal three-year evening program that required no prerequisites but awarded a certificate on completion. With this background and with McMaster's shift through the 1950s, the need and opportunity for a metallurgical department became evident to industry and university. This led to the appointment of Dr Ward in 1961.

The stages of this relationship between McMaster and Stelco appear to relate directly to the incumbents of the Stelco chair. They have each had their own style and each has had a unique impact on the university's relationship with Stelco.

Guidelines for the appointment of the incumbent and the duties entailed were unchanged from 1961 until 1984, when a new vice-president of research and technology at Stelco agreed with McMaster personnel that the time had come to review them, and

some changes were made. Previously the university had made the appointment with Stelco's approval; under the new terms there was a selection committee that included a representative from Stelco.

Since the establishment of the Stelco chair McMaster has created nine other industrial chairs with formal arrangements with industries. Stelco considers the arrangement with McMaster such a success that it has sponsored another chair of metallurgy at the University of British Columbia, so it too is increasing its linkage in the form of chairs at universities.

Observations

This is not a large project in annual cost, but the cumulative costs over 25 years are significant. Stelco contributes about half the salary of the incumbent of the Stelco chair plus some discretionary money for research (in newer chairs, McMaster has required more generous support because of additional infrastructure costs). The chair carries no other cost implications for Stelco, although obviously the growth in the metallurgy department, partly as a result of the chair, has led to other projects to which Stelco has contributed heavily.

Original expectations are difficult to catalogue 25 years later, but some factors did become clear. The university obviously hoped that the appointment of a world-class scientist would help with its development of a new metallurgy department. This expectation appears to have been fulfilled.

Stelco's expectations centred on the assistance it would probably receive from the incumbent. The extent of this interaction concerned both organizations. The company feared it might not gain adequate access to the new scientist. The university was concerned that assistance to the company could detract from the scientist's teaching role. Nevertheless, both parties agreed to the original terms of reference that left unsaid the degree of interaction the chair would have with Stelco. Each of the three incumbents therefore has provided a different level of assistance during his tenure.

Expectations were more clearly documented in the 1984 terms. These required the incumbent:

- to be active in teaching and research in steelmaking generally;
- to maintain liaison with Stelco and to be available on a limited basis for technical advice and guidance as required;
- to present a technical lecture to Stelco at least once a year on a subject of mutual interest; and
- to provide the university and Stelco with a brief annual report of activities.

This project, unlike many of the others in these case histories, has had no formal management structure; flexibility has been an important element, and both parties have obviously adapted to the different personalities of the incumbents. There appears to have been a continuing concern about the cultural differences between industry and university. The present occupant of the chair is eloquent in describing this cultural difference. He copes with the different worlds, he says, by speaking one language to industry and quite another with his university colleagues. Respect by both parties for these differences appears to have been a critical element in the success of the relationship and the length of term of the chair.

Without restricting the Stelco chair, McMaster has formalized criteria for the other industrial chairs. Funding must be appropriate, which generally means that the industrial partner contributes approximately half the salary plus a reasonable part of the infrastructure costs. The objectives of new chairs must be consistent with those of the university. And there must be a minimum of restrictive covenants; for example, there must be an opportunity to use graduate students and faculty in proprietary research and the company may play a role in but cannot control the appointment process.

The prior relationship between McMaster and Stelco was obviously important to the establishment of this chair. The community standing of Dr Thode in Hamilton and his easy relationship with industrial leaders was also important. The continued relationship that the chair has created led to many other projects, some of which were big. An important one at present is the investigation of a new direct reduction process for steelmaking, which soon will result in the establishment of a pilot plant. The present occupant of the chair, Dr Lu, is directly involved in that project although it is funded separately from the Stelco chair.

During our discussions in this case, both parties said the link has provided students with real-life problems to investigate, thereby helping them understand the applications of their discipline. The link also allows the university access to the extensive research facilities of the company and to operating plants that serve as test sites.

Concern was expressed in early days that Stelco might try to use the university as a surrogate research and development arm. In fact, the company has maintained a hands-off approach to academic and research direction, and this has been a key factor in the success of the relationship. Unfortunately, McMaster has had quite different experiences with other corporations.

The link has enabled company personnel to keep in touch with advanced research in their areas of interest. Stelco officials stated that the Stelco professor has always been a recognized expert, familiar with Stelco's own technologies and processes. The professor can and does readily advise and assist where appropriate, which has been a major benefit for Stelco.

Hamilton is not a large city, and the relationship between Stelco and McMaster has been well known over the years by residents and civic officials. Stelco has benefited from an enhanced public and community image.

No direct social or economic benefits to the community were expected when the chair was originally established, but some interesting benefits have accrued to the Hamilton-Wentworth region over the years. McMaster now attracts participants from around the world to symposia, conferences, and seminars on metallurgy. These visitors bring increased trade for hotels, restaurants, taxis, and stores. The Stelco-McMaster relationship and McMaster's growing capability have also advanced the technology of the iron and steel industry on which Hamilton relies heavily. This too translates into community social and economic benefits.

Summary

The dynamics of this partnership have been directly related to the personality of the Stelco professor. The relationship created by the chair has worked well over the years because of the respect of each party for the objectives and culture of the other. The leadership and dedication of certain individuals has been important. Of these, the

first was McMaster's president, Dr Thode, who established the chair. Not much was said during the case research but obviously credit is due also to senior Stelco executives for their leadership and commitment.

Both parties confirm the continuing benefits the relationship offers them, particularly in the mutual transfer of knowledge and in the growth of Hamilton and McMaster as a recognized centre of excellence in metallurgical technology.

6. ÉCOLE POLYTECHNIQUE, SEVEN ENGINEERING FIRMS, LA SOCIÉTÉ D'ÉNERGIE DE LA BAIE JAMES, AND HYDRO-QUÉBEC

Introduction

This example is of a research and development project to produce an advanced computer-aided design (CAD) system for use by industry in designing large hydroelectric projects. This called for the integration of the many discrete databases that are developed and used during a major hydroelectric construction project. The various elements of project design thus can draw on common information, leading to better design efficiency, lower costs, and optimization of a wide range of components.

The previously independent databases that it was proposed to integrate were in hydrology, turbine design, site characteristics, geotechnics, structures, and hydraulics; it was of special importance to integrate the data on geotechnics and hydraulics.

The seven engineering firms that linked with École Polytechnique, la Société d'énergie de la Baie James, and Hydro-Québec were Dominion Engineering, Tecsult Holding Inc., Lavalin, Lalonde Girouard Letendre, Montreal Engineering, Rousseau Sauvé Warren, and the SNC Group.

The start of the project was preceded by two and a half years of discussion and planning. It formally began 1 May 1985 and work was expected to continue to 30 April 1988. The budget was $6.2 million, of which $2.2 million came in a grant from the Natural Sciences and Engineering Research Council (NSERC). The industrial partners together agreed to contribute $1.68 million, and the balance was to come from École Polytechnique in the form of staff, space, facilities, computer resources, and management. École Polytechnique is an independent institution on the campus of l'Université de Montréal, to which it is affiliated.

Evolution

The progress of this project can be divided into four stages -- the preparatory stage up to 1 May 1985, the first year of the contract, the last two years of the contract, and the post-contract period.

The preparatory stage can be said to have begun in late 1982 when the Quebec government formed the Ministère de la Science et de la Technologie (MST). There were informal exchanges thereafter between MST and École Polytechnique, in which the school expressed interest in cooperation and the ministry let it be known it would be interested in funding research proposals, even intimating that proposals from École Polytechnique would be among the first to be considered.

By then, École Polytechnique had a core of expertise in CAD. Professor Ricardo Camararo had already obtained grants of more than $300 000 from the federal Ministry of State for Science and Technology to support the teaching of CAD. The school aimed to expose all students to CAD techniques and to provide them with microcomputer access to mainframe CAD systems. Thus, the school had the necessary background to put forward a proposal for a $3 million CAD research project.

The deputy minister of MST indicated strong support for the proposal, especially if it were to be applicable to hydroelectric construction -- which in fact was what the École Polytechnique group was considering. The deputy minister also suggested the

proposal would be more favourably looked on should it involve Quebec engineering firms active in hydro projects.

At that point, Dr Wladimir Paskievici, dean of graduate studies and research, got together a group of faculty members for the purpose of seeking support and participation from a number of engineering firms. Each member of this group had already shown the ability -- managerial and entrepreneurial -- to lead a major project, had already had successful contractual relationships with industry, and was widely recognized as having significant technical expertise.

The group members then approached various industrial prospects; the seven engineering firms were recruited at this stage. There followed a substantial amount of discussion with MST. However, although the group submitted a number of proposals and modifications, it became clear that adequate support from the Quebec government would not, in the end, be forthcoming. Accordingly a decision was made to approach NSERC.

This required a new proposal, because the funding policy of NSERC is oriented toward university research and development, whereas the MST criteria had been focused more specifically on the needs of industry. To overcome this hurdle École Polytechnique again committed funds to the project. The final result was approval early in 1985 of the largest grant ($2.2 million) ever awarded by NSERC.

The second stage, May 1985 to early summer 1986, saw a conflict between the attitudes of industry and those of the academics. The business partners wanted to manage the project like a business, and they wanted to have at least an equal say in its operations and direction. They even seconded one of their personnel to act as operations manager. The university people, on the other hand, wanted to proceed on the lines of a traditional academic research project.

Project reporting was not as concise or regular as the business partners thought it should be. It also became clear that some of the research objectives were technically too ambitious for the resources available. These differences came to a head in spring 1986, at which time NSERC became involved almost as a mediator. The council made it clear that the project it had funded was one of university research that the university should manage. At that time, because of the varying perceptions and objectives, the partnership showed serious signs of dissolving. Fortunately, the differences were resolved by early summer 1986. A new management structure was established, which eliminated the position of the industry-supplied project manager. The project moved ahead, under university direction but with regular, clear project reporting.

The research objectives of the program were also modified during the restructure. Powerhouse design software was not to be included in the project, and a lower degree of integration for the databases was accepted. However, there was to be more emphasis on the new interactive graphics that some participants believe will be important to future designers.

During the third stage, beginning in summer 1986, the project has proceeded on plan. New software resulting from the technical research has been delivered to various partners' offices for testing. At the time of writing this report it was expected that the research would continue as planned to spring 1988. It was expected that toward the end of this period there would be considerable discussion about the use and further

development of the CAD software that the project has generated and also about who owns it and how ownership rights can be protected.

During the fourth (post-contract) stage, the new technology will obviously have an important, but as yet undefined, economic impact. Will a new company be formed to handle and continue developing the software, with royalties coming to it from partners' sales? Or will the university arrange to undertake further research and development? Alternatively, perhaps each partner will acquire a copy of the software that has been developed and merely move ahead on its own. These alternatives will be reviewed between spring 1987 and spring 1988.

Observations

This project is unique because of the magnitude of its technical objectives and the size of the partnership. The university sponsored seven professors, industry sponsored 10 engineers and seven technical advisers, and NSERC sponsored 12 research associates and five computer analysts or programmers to work on the project. In addition there were six doctoral students and six MSc students.

The size of the project also required a unique management structure. This consisted of an executive committee of three professors and one industry representative. The chair rotates annually between the three professors, who are designated as recipients of the NSERC grant. The committee meets weekly and is responsible for project administration.

There is also a steering committee of delegates from all partners, which functions as a board of directors. It meets monthly to oversee the work of the executive. Delegates have been nominated from each industrial partner to various technical units, which provide pools of expertise in different engineering disciplines on which the researchers can draw.

The energy, motivation, and experience of the key faculty members is important to the organization and evolution of this case. The three designated recipients of the NSERC grant, René Tinawi, Claude Marche, and Michel Soulié, have a close working relationship, which has engendered confidence in each other's skills and judgement. Each is assuming the position of project director for one of the three years of the project. Professor Ricardo Camararo, another important faculty member, specializes in computer-aided design; like the others, he had prior links with industry.

Expectations and initial understandings were important in this project. There were three primary causes for the difficulties during the first year:

- a lack of clear definition, understanding, and agreement on the objectives of the research and what the project could be expected to deliver;
- over-ambitious technical objectives, which were subsequently scaled down; and
- a lack of understanding or real agreement about who was to control the project.

Interestingly, one factor that held the project together during its difficulties was a mild form of coercion that bore upon the industrial partners. The seven engineering firms supply consultant expertise to Hydro-Québec and were concerned that if the project went ahead and Hydro-Québec decided to rely on the technology for future projects, partners who had dropped out and did not therefore have access to the technology would lose important business. They would also be less competitive internationally than those partners who stayed in.

Some early differences were also caused by the different objectives -- what we might describe as the "culture gap" -- between academic and industrial partners. The academic researchers had a longer-term view of the project. The industrial partners, particularly consulting firms, expected results immediately. These differences had to be resolved during the first year.

The flexibility offered by the university environment was an important factor. Not only did university personnel in certain cases put in more time than originally expected, but the university provided substantially more computer time and resources than planned.

The partners expected a number of benefits. Some of these began to accrue during the third stage as new software was transferred to the engineering firms from the university research group. Whether other objectives will be achieved depends ultimately on the technical success of the project. It has been expected that industry will benefit from the technology by saving design time, optimizing design, improving safety through testing and validation, and increasing business by being able to offer leading-edge technology. Industrial partners also expect to upgrade their staff through a transfer of knowledge and technology from the university to their own organizations.

Summary

The preliminary success of this project by March 1987 is the result of three factors: the leadership and drive of university personnel, their prior experience of links with industry and the size of the partnership, and the mutual self-interest of its members.

Negative factors were largely resolved by the summer of 1986. They were the result of different expectations about the time it would take to generate technical results and different understandings about the management of the project. Although some of the partners had had experience with smaller links, the culture gap between academic and industrial worlds still had to be bridged.

This case (assuming it comes to a successful conclusion) demonstrates that there can be significant economic benefits for all parties in a link between university and industry partners. The university received substantial funding for its major research thrust. Industry also expects some important benefits, although it will be another couple of years before it becomes evident whether these have been achieved.

The transfer of knowledge is another important factor. The academics have gained increased knowledge from their industrial partners of how their work is applied. At the mid-point of the program, industry is already benefiting through a technological upgrading of its staff. Industry partners interviewed during this case study looked forward to a further transfer of knowledge from the university to other members of their staffs.

7. ACADIA AND ST. MARY'S UNIVERSITIES, SCOTIAN GOLD COOPERATIVE, AND THE NORFOLK FRUIT GROWERS' ASSOCIATION

Introduction

This relationship involved the testing of two chemical compounds intended to retain the maximum quality of apples during prolonged storage. Both compounds were water soluble and could be sprayed on the fruit immediately before harvesting or applied afterwards by spraying, dipping, or drenching before the apples are placed in cold or controlled-atmosphere storage. Testing has consisted of using various combinations of applications and storage methods to see which has the most beneficial effect on the ultimate firmness, flavour, and shelf-life of the fruit.

The two universities have little direct involvement in this case, but members of their chemistry departments have developed the compounds. Perry Lidster, a scientist at the Agriculture Canada research station, Kentville, has been the linking factor and the two fruit growers' cooperatives in Kentville, Nova Scotia and Simcoe, Ontario have carried out the testing. The coops process, store, pack, and market fruit for their members and each is the largest organization of the type in its own province.

Evolution

The story of this relationship began in the mid to late 1970s when Keith Collver, executive vice president of the Norfolk Fruit Growers' Association, began pressing Agriculture Canada to evaluate new storage techniques that were being tried in the United Kingdom and elsewhere. Agriculture Canada maintains a cross-Canada network of research stations, each largely oriented toward local crops. Thus, when the department decided that the storage techniques should be investigated, the task went to the Kentville station, which is in the heart of the Nova Scotia apple-growing country, and to Dr Lidster. He and Mr Collver and their organizations worked together in testing controlled-atmosphere storage. Their collaboration was successful and led to the development of improved low-oxygen and ultra-low-oxygen storage.

Scotian Gold has from time to time been involved in research projects with the Kentville station, as much because the organizations are near neighbours as for any other reason; this cooperative appears not to have been as enthusiastic about new technology as the Norfolk association.

Beginning in the late 1970s, two separate groups of chemistry professors developed compounds designed to enhance the in-storage keeping qualities of apples. Dr Lidster became aware of these compounds through his local and academic contacts and has been the facilitator in the link between the professors and the two cooperatives.

The first of the compounds is Nutri-Save, derived from chitosan. It is proprietary to Nova Chem Inc., a venture owned by three chemistry professors, Ernest Hayes of Acadia and Donald Davies and Clive Elson of St. Mary's. The work they did on Nutri-Save was on behalf of their own company and not as part of their university duties. The work was paid for in part through small grants from Agriculture Canada and the National Research Council and in part through the funds generated by Nova Chem consulting activities. Testing in 1984 by the cooperatives showed Nutri-Save has commercial potential and a patent was expected by late 1986. At the time this report was written, the product was undergoing the toxicological testing and analysis required by Health and Welfare Canada before it can be licensed for use on food.

The second product is Rutin, a bioflavenoid compound developed by Arthur Dick, a chemistry professor at Acadia University. Funds also came in small grants from Agriculture Canada and the National Research Council, but in this case Dr Dick did some of the work as academic research. Patents for Rutin were applied for in Canada and the United States in 1986.

Observations

Leadership and motivation have been key factors in this example. The central figure has been Perry Lidster, who facilitated the contacts between the professors and the two cooperatives. He has an impressive national and international reputation for his research work, and this established him as a scientific colleague of the faculty members and gave him access to a network of people, organizations, and knowledge related to post-harvest physiology of fruit.

Keith Collver and Robert Nowasad, the chief executives of Norfolk and Scotian Gold respectively, both describe themselves as scientists by training, and it was their interest in new technology that caused them to lead their organizations toward the university people. Mr Collver had a relationship of some years with Dr Lidster, although Mr Nowasad knew him for only a few months. (Mr Nowasad left Scotian Gold during this case study; the long-term effect on the link of his departure is not yet known.)

The participants all had their own motives for taking part in this project. Those of Dr Lidster were those of Agriculture Canada -- and specifically of the Kentville station -- to advance Canadian knowledge of post-harvest physiology and to transfer that knowledge to Canada's fruit industry and thereby increase its competitiveness and overall performance.

The professors who developed Nutri-Save did so because they wanted to produce and market a profitable commercial product. Dr Dick had similar motives; his Rutin appears to be further from being a marketable product. (Although his investigations were conducted to some extent as part of his academic duties, it seems university policy leaves the proprietory rights with him.)

Messrs Nowasad and Collver took part in the hope of gaining a competitive edge for their cooperatives. They thought it possible that the compounds under test would enable apples to be effectively stored longer (or to keep fresher if stored for the same period) than was possible with the methods they were then using. This, they believed, would translate into a higher return for the cooperatives' members.

Besides the people and organizations mentioned earlier, there was some peripheral involvement in the testing of the compounds with the University of Guelph, the Ontario Ministry of Agriculture and Food research station at Vineland, and the British Columbia Tree Fruits and Kelowna growers' cooperatives.

The management structure in this link was not a formal hierarchy but rather a network of people with motives that complemented each other. Once the cooperatives had been approached and had agreed to do the testing, the only management issue remaining was to ensure they applied the compound under specified conditions and properly collected the necessary data on the condition of the apples; this was not a difficult management problem, inasmuch as the procedures were part of the normal daily routine.

8. GENERAL COMMENTS AND CONCLUSIONS

The aim of this research has been to investigate the dynamics of university-industry research links. In doing so, we have identified certain positive factors, some of which are common to several cases. A lesser number of negative factors has been identified. Finally, we have identified a number of common benefits.

In this section we summarize the positive and negative factors and benefits.

Positive Factors

The positive factors set out below are not presented in any particular order or ranking.

Personal Drive

Each project had at least one person imbued with a strong desire for the project to succeed, whether because of a personal motivation or an entrepreneurial drive. These champions or catalysts appear to be critical to the success of any endeavour of the type studied.

- At Simon Fraser, key factors in the development of the links were the entrepreneurship of Leslie Clay and the scientific innovativeness of Dr Vidaver.
- At Calgary, key motivators were Dr Raymont of the university office of technology transfer and Dr Vasudevan, project manager.
- At Waterloo, Dr McKay championed the project from the beginning.
- At McMaster, Dr Thode created the chair 25 years ago, and the current incumbent, Dr Lu, has a strong outward orientation.
- At the École Polytechnique, both the dean of graduate studies and research, Dr Paskievici, and the departmental head, Dr Tinawi, are strong crusaders.
- In the Acadia project, the two cooperative managers, Messrs Collver and Nowasad, and an Agriculture Canada scientist, Dr Lidster, championed the link.

Prior Events

Some participants described this factor as luck, serendipity or happenstance, but it appears more often to have been a case of a key participant having been in the right place at the right time because of certain connections. Networks are important; the more that university people and industrialists mix, the more their ideas will be transferred. Such meetings will often give rise to that "lucky" opportunity.

- The project (or projects) at Simon Fraser University had their start during the recession of the early 1980s when Clay Nurseries needed outside funds for the research program the company was then carrying out.
- Partners in the link at Calgary were brought together at a director's meeting at the Alberta Microelectronics Centre.
- At Waterloo, the old-boy network led to the connection discussed in this study.
- At the École Polytechnique, the various private firms had all worked with the school previously.
- The link at Acadia really began when Dr Lidster visited the United Kingdom after himself being visited by a representative of a British company involved in fruit-storage technology.

International Technology
In a number of cases the link benefited from a technology contact outside the country.

- At Waterloo, the university became involved with the American-designed MAP/1 manufacturing software.
- At McMaster the first Stelco professor from Britain brought with him knowledge of new technologies in steelmaking.

Synergistic Evolution
Given enough time, R&D efforts will often evolve significantly as spinoff projects build upon the initial endeavour.

- At Simon Fraser a relatively small project has now expanded to one with a multimillion dollar potential.
- At the École Polytechnique a substantial amount of expertise has accumulated in the school and among the hydro companies and engineering firms involved.

Flexibility and Coordination within the University
Those universities that allow staff to work with industry without undue red tape or burdens of financial overhead appear most likely to promote successful R&D links. A central coordinating body within the university that has an excellent understanding of how industrial R&D works can, if well-managed, be of great benefit.

An additional factor here is the recognition by the university that industrial R&D is a legitimate academic activity. The academic rewards of promotion, tenure, and so forth must be as available to those in industrial R&D as to those who remain "pure" academics.

- At Calgary, the university office of technology transfer arranged to reduce the normal overhead charges, in return for which the university will accept software rights.
- As the Waterloo project progressed, more people were assigned to it by the university.
- The École Polytechnique is donating an extra half-million dollars' worth of computer time and has freed funds from elsewhere to add to the project.

Financing
Although not a dominant factor, adequate funding of any project is obviously critical. The funding should be flexible enough to allow a project to evolve in the most beneficial manner.

- At Simon Fraser, the core project began with $585 000 in PILP grants. Three other funding agencies are now involved.
- At Calgary, $460 000 million was initially granted, which enabled the project to start. There were, however, problems with this IRAP grant.
- At McMaster, Stelco provides $40 000 a year, which enables the university to make the chair an attractive position.
- At the École Polytechique, the $2.2 million NSERC grant is the largest that that council has ever made.

Cultural Understanding
Like the entrepreneurship factor, this one is highly personal. The key participants must understand and respect the different cultures of academia and industry. University

staff must know that industry's main objective is to provide a return on investment to the shareholder. This implies careful budgeting and usable results within a certain time. On the other side, industrialists must allow the academics to pursue research that is academically rewarding to them personally.

- In Calgary, the leading academic was formerly an industrial researcher and developer.
- At McMaster, the Stelco chair is a good long-term example of this understanding; the company has adopted a "hands-off" attitude.
- At the École Polytechique, an awkward start was followed by a good understanding between the two cultures.
- At Acadia, two coop leaders describe themselves as scientists by training.

Prestige
In two cases the projects have benefited from the prestige perceived by the university of working with an important company.

- In the Waterloo example, the university was associated with a world leader in flexible manufacturing techniques.
- At McMaster, the Stelco name carries considerable weight.

Perceived Benefits
The perception of tangible benefits by at least one of the parties in a project can be an important factor in the project's success.

- At Waterloo, the John Deere staff believed the work was critical to their branch plant's survival.
- At McMaster, a substantial incentive for Stelco was the possibility of major improvements in steelmaking.

Communication
Successful communication starts at the very beginning when project objectives are defined and mutually accepted. It then continues throughout the project, with whatever level of communication is needed to keep both sides well apprised of progress. Regular meetings are sometimes required; in other cases a less formal structure is adequate.

- At Simon Fraser, communication between the various elements of this link is informal but good.
- At Calgary, one Willowglen employee spends all his time at the university.
- At Waterloo there were regular meetings between the university and company people, and communication lines remain open.
- At McMaster there is virtual daily communication between the company and the Stelco chair.
- At the École Polytechnique, meetings are highly structured.
- At Acadia, communication is informal but completely adequate.

Continuity
In some cases a key factor in success was that key players remained in their positions long enough to guide a project through its successful evolution.

- At Simon Fraser, Dr Vidaver has stayed on to see to completion the projects he is involved in.

- At McMaster, the incumbent has held the chair for 13 years.
- At the École Polytechique, the engineering firms had all worked before with the school and knew its staff well.
- At Acadia, the Agriculture Canada scientist, Dr Lidster, has been working on fruit storage for seven to eight years.

Realistic Objectives
Obviously, the setting of realistic objectives improves a project's chances of success.

- At Simon Fraser, each tree propagation project deals with one species.
- At McMaster, Stelco did not have high expectations other than the prestige and public relations value of the link. Any direct benefit is a bonus.
- At the École Polytechique, the original aim of a fully integrated powerhouse system was unrealistic and the objective has been pared down to something manageable.

Worker Commitment
It is also obvious that those who work on a project must be committed to its success. Their motivation may not be as great as that of the project leaders, but without strong worker commitment on both sides, any R&D project will have difficulty succeeding.

- At Calgary, two researchers have been hired to work on the project -- without which they would not have the jobs. The project leader is willing to postpone receiving the usual academic reward of publication and recognition.

Strategic Planning
Not all the projects we studied materialized from a strategic plan. But those that did had a strong focus from the beginning, and project decisions were much easier.

Negative Factors
Only one of the six cases can at present be considered definitely unsuccessful, in that its objectives were not achieved. The others may yet fail, but thus far they appear well on the road to success. None the less, during the course of each project several issues arose that could have led to failure had they not been resolved. The following is a general description of the negative factors.

Lack of Coordination
In some cases, coordination is easily handled by one academic or industrial scientist. However, wherever the project requires the input of many people or funding agencies, a strong central coordinating function is needed.

- At Waterloo, Deere personnel were not well coordinated.
- At the École Polytechique, coordination was eventually established; its initial absence caused problems.

Funding Red Tape
Of course, without public-sector funding many R&D projects would never get off the ground. Once a project has been initated, however, care must be taken not to hamper it with excessive bureaucracy. Three of the six projects have encountered difficulties of this type so serious that they threaten their success.

- At Simon Fraser, the NRC is demanding more extensive reporting and is holding back funds until these reports are provided.

- In Calgary, the inability of the NRC to adjust funding to the changing needs of this link placed the project in financial jeopardy; the province promised funds although there was no legislation to allow this.
- In the École Polytechique case, a provincial funding agency backed off after first giving reason for the project to expect support.

Lack of Commitment
Both sides must want the project to succeed for the right reasons. If one or more of the participants is coerced into conducting a project, success is far less likely than if both sides have positive reasons for doing the work.

- At Waterloo, the U.S. parent of John Deere was demanding that the research be performed as a condition of keeping open the Welland plant.

Lack of Understanding of the Size of the Project
This is the obverse of realistic objectives as a success factor. When objectives are unattainable, frustration results and the project is threatened.

- At Waterloo, the company had a poor idea of the resources needed to carry out the project. The university staff may also have underestimated the size of the task, although they state they did warn Deere about this. The university put extra staff onto the project but not enough to attain the objectives.

Lack of Well-Defined Objectives
Unless objectives and tasks are clearly stated from the very beginning, a lot of time can be wasted while people work independently in what can be opposing directions.

- At Simon Fraser, the lack of well-defined objectives meant that SFU did not start the core project as rapidly as Clay expected and that results were disappointingly slow.
- At the École Polytechique, the project nearly foundered in its early stages when it became obvious that the engineering firms had short-term objectives and the university had long-term objectives.

Academic Rewards
Traditionally, academics have been rewarded by being able to publish reports of their research, thereby expanding the frontiers of knowledge for the benefit of all. However, when the research is done for an industrial organization there is often the need to hold back publication of results to allow the company to exploit its proprietary advantage. For this reason, some universities frown upon industrial R&D participation and penalize those who thus subvert the "purity" of university research, claiming that it undermines the basic purpose of a university.

Benefits
Each project in our study generated some tangible benefits, frequently in funding received by the university, an enhanced competitive position of a product or firm, or some other direct financial gain. Some such benefits can be found in each of the six case studies. However, the more important benefits of these relationships tend to be intangible, or at least more difficult to quantify. These intangible benefits can best be described as follows:

Technology Transfer
In some cases, the transfer is from one industrial partner to another, though in most cases it is from university to industry and vice versa. The transfer results from normal communication between those involved in the project or from the relocation of people from one facility to another.

- At Simon Fraser, one former employee at the nursery is now a full-time graduate student at the university, acquiring and passing on knowledge.
- At Calgary, the full-time Willowglen employee now at the university will eventually return to the company and pass on the knowledge gleaned in working with academics.
- At Waterloo, Deere learned about simulation and pull-through production software; the university learned about shopfloor techniques.
- At McMaster, the project has led to better teaching and access to the Stelco R&D facilities by university staff and students.
- At the École Polytechique there was cross-pollination between the firms and the school; the school learned a lot about engineering in practice.
- At Acadia, the cooperatives now are monitoring the latest developments in apple storage.

Centres of excellence
In several cases, a centre of excellence predated the link, and was, in fact, a precondition for its establishment. In other cases, the link served as a catalyst for the creation of a centre of excellence.

- Simon Fraser University has now become one of Canada's two centres for research into tree propagation.
- At Calgary, the SRDG already had developed its SCADA system; the Willowglen project is its first practical application.
- At Waterloo, the project has enhanced the university's chance of establishing itself as a centre of excellence in industrial production software.
- At McMaster, the Stelco chair has been a factor in attracting the very best people in metallurgy.
- At the École Polytechique, the project has improved the ability of the school to build on Quebec's strong reputation for hydro-electric design, construction and operation.
- At Acadia, the Agriculture Canada station has become the focal point in Canada for research into apple storage.

Regional Development
Some of these projects have served an important element of their local economy. Location is important to the establishment of almost all such projects. Whether by chance or by design all the universities in these studies had scientific strengths that matched the industrial strengths of their immediate area.

- At Simon Fraser, the project is extremely important to the forest industry, which is the main export earner for Canada. Reforestation has been much neglected by governments.
- At Calgary the potential for Willowglen is in the oil and gas industry, although the SCADA system will have applications in other sectors.
- Waterloo continues to focus on securing Ontario's manufacturing sector with advanced software.

- In Hamilton, McMaster has served the local steel industry, which is under intense international pressure. The very survival of the Hamilton industry depends on its being technologically advanced.
- The project at École Polytechnique supports the prominence of Montreal as a centre of expertise in computer-aided design and computer-aided manufacture.

9. SUMMARY

Case histories of university-industry R&D links show the important economic benefits that flow from successful ones. The links can provide important advances in knowledge for the academic community as well as for the industrial community. If participants understand the dynamics of such relationships, including positive and negative factors, they will improve their chances of achieving some of the benefits. We hope all parties will benefit from a review of these dynamics and will seek out new expanded relationships of this nature.

The Science Council of Canada is Canada's national advisory agency on science and technology policy. Its primary responsibilities are to

- analyse science and technology policy issues;
- recommend policy directions to government;
- alert Canadians to the impact of science and technology on their lives;
- stimulate discussion of science and technology policy among governments, industry and academic institutions.

Conseil des sciences du Canada
Science Council of Canada

Document d'étude

Les relations entreprises-universités en R et D : six études de cas

William G. Hutchison
Peter Milley
Neil Baird
Donna Bevelander

LES RELATIONS ENTREPRISES-UNIVERSITÉS EN R ET D : SIX ÉTUDES DE CAS

Septembre 1987

Les documents d'étude sont des documents de travail que le Conseil des sciences du Canada met à la disposition des personnes ou groupes intéressés, en quantité limitée, pour connaître leurs points de vue.

Le Conseil des sciences du Canada ne souscrit pas nécessairement aux opinions exprimées par les auteurs du présent document.

On peut obtenir gratuitement un exemplaire de

LES RELATIONS ENTREPRISES-UNIVERSITÉS EN R ET D : SIX ÉTUDES DE CAS

en s'adressant au :

Service des publications
Conseil des sciences du Canada
100, rue Metcalfe
Ottawa (Ontario) K1P 5M1

This paper is also available in English at the above address.

© Ministre des Approvisionnements et Services, 1987

N° de catalogue : SS21-5/1987-8F
ISBN 0-662-94399-6

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos 5

1. Introduction 7

2. Université Simon Fraser et Clay's Nurseries, de Langley (Colombie-Britannique) 9

3. Université de Calgary et Willowglen Systems Ltd. 15

4. Université de Waterloo et John Deere and Company 18

5. Chaire de métallurgie Stelco à l'Université McMaster 21

6. École Polytechnique, sept entreprises de génie, la Société d'énergie de la Baie James et Hydro-Québec 25

7. Universités Acadia et St. Mary's, Scotian Gold Cooperative et Norfolk Fruit Growers' Association 30

8. Constatations globales et conclusions 33

9. Résumé 40

AVANT-PROPOS

Les relations entre les entreprises privées et les universités canadiennes pour la recherche et le développement n'ont rien de neuf. Ce qui est nouveau, c'est leur nombre et l'importance accrue que leur reconnaissent aujourd'hui les deux parties. Pourtant, malgré tout l'intérêt qu'on porte à ces relations, on n'en sait pas grand-chose. Qu'est-ce qui les motive? Quelles attentes inspirent-elles? À quelles activités donnent-elles lieu? Quels problèmes soulèvent-elles et quels avantages procurent-elles? Quel est l'effet de ces relations sur les entreprises et les universités? Bref, il y a de nombreux enseignements à tirer d'une étude comparative des relations en R et D.

Le présent document de travail porte sur six cas de relations en R et D entre des entreprises et des universités. Il fait ressortir les avantages de ces relations et cerne les facteurs qui contribuent à leur réussite ou qui, à l'inverse, s'y opposent. La principale raison d'être de notre démarche ne consiste pas à établir une liste exhaustive de ce que doivent faire (ou éviter de faire) les entreprises et universités qui entretiennent des liens en R et D. Il s'agit plutôt de donner une idée de la diversité de ces relations et de montrer que leur réussite ou leur échec repose sur un ensemble complexe de facteurs sociaux et économiques.

Les relations entreprises-universités en R et D : six études de cas est la septième publication de la série d'études intitulée "La science et la technologie à l'université dans le contexte du renouveau économique canadien" du Conseil des sciences. Chacune de ces publications porte sur des moyens différents grâce auxquels les universités pourraient jouer un rôle plus actif dans le renouveau économique. La série d'études est menée et guidée dans son ensemble par un comité de membres et d'employés du Conseil des sciences qui est dirigé par M^me^ Geraldine Kenney-Wallace, présidente du Conseil. Font aussi partie de ce comité les professeurs James Cutt et Jean-Pierre Garant, et M. Hugh Wynne-Edwards, également membres du Conseil, ainsi que M^me^ Vaira Vikis-Freibergs qui, en sa qualité de vice-présidente du Conseil, est membre d'office. Les employés du Conseil qui siègent au comité sont M. James Gilmour, directeur de la recherche, et M. Philip Enros, conseiller scientifique et directeur du projet de l'étude. M. Gerald W. McIntyre, du Conseil des ministres de l'éducation du Canada, siège au comité à titre d'observateur.

Ce document de travail a été réalisé sous contrat par William G. Hutchison & Company Limited, une firme de consultants de Toronto, dont le président est M. William G. Hutchison. M. Peter Milley est le directeur général de la division de la recherche et M. Neil Baird et Mme Donna Bevelander sont des experts-conseils supérieurs de la firme.

James M. Gilmour
Directeur de la recherche
Conseil des sciences du Canada

1. INTRODUCTION

Pour nous, la façon la plus efficace d'étudier les relations entre l'industrie et les universités et d'apprendre pourquoi certaines relations sont couronnées de succès tandis que d'autres échouent consistait à procéder à une série d'études de cas. Nous avons commencé par faire un sondage auprès de spécialistes de l'entreprise privée, du gouvernement et du monde universitaire, ce qui nous a permis d'obtenir une liste de plus de cinquante situations reflétant dans l'ensemble la nature et l'étendue des relations existantes. Nous avons ramené ces cinquante situations à six cas qui se prêtaient bien à l'étude.

Il était important de veiller à ce que les cas retenus soient vraiment représentatifs du contexte actuel des relations en R et D au Canada. Nous avons donc cherché :

- un échantillon d'universités petites, moyennes et grandes;
- un échantillon d'entreprises privées petites, moyennes et grandes où l'importance accordée à la recherche allait d'un extrême à l'autre;
- une gamme représentative de sciences et de technologies;
- un échantillon de disciplines universitaires et scientifiques;
- des projets d'importance variée, compte tenu des budgets et du nombre et de la diversité des intervenants;
- un échantillon représentatif de toutes les régions du Canada.

Les cas retenus sont les suivants :

- L'Université Simon Fraser, de la Colombie-Britannique, avec un groupe d'entreprises, une autre université et un ministère. Les participants ont collaboré à des recherches sur le génie génétique et la reproduction par culture tissulaire pour l'industrie forestière.
- L'Université de Calgary, en Alberta, avec Willowglen Systems Ltd., de Calgary. Le groupe de recherche et de développement de logiciels (SRDG) de l'Université a collaboré avec la compagnie pour mettre au point des logiciels de supervision, de contrôle et de saisie de données.
- L'Université de Waterloo, en Ontario, avec la division de Welland, en Ontario, de la compagnie John Deere Ltd. La compagnie a passé un contrat avec le groupe de recherche WATMIMS (gestion des systèmes intégrés de fabrication) de l'Université pour obtenir une simulation informatique d'un nouvel aménagement ultra-adaptable proposé pour l'usine, puis pour se servir du logiciel afin de faciliter l'établissement des calendriers de production, à l'occasion.
- L'Université McMaster, en Ontario, avec Stelco, de Hamilton (Ontario). Stelco finance en partie la chaire de métallurgie de l'Université.
- L'École Polytechnique de Montréal, au Québec, avec neuf entreprises, y compris sept firmes de consultants en génie, la Société d'énergie de la Baie James et Hydro-Québec. Le projet consistait à créer de nouveaux logiciels pour la conception et la fabrication assistées par ordinateur de grands aménagements hydro-électriques.
- Les universités Acadia et St. Mary's, en Nouvelle-Écosse, avec la Scotian Gold Cooperative, de Kentville (Nouvelle-Écosse), ainsi que la Norfolk Food Growers' Association, de Simcoe (Ontario). Le projet, comportant deux volets, consistait à faire l'essai de nouveaux procédés permettant d'améliorer l'entreposage des pommes.

Après avoir identifié les intervenants dans chaque cas, nous les avons interrogés, parfois en groupe, mais plus souvent individuellement. Nous avons ensuite étudié la documentation disponible et rédigé un projet de rapport qui a été remis aux participants, à qui nous avons demandé d'en vérifier l'exactitude et de nous faire des commentaires sur nos constatations et nos conclusions.

Nous décrivons dans chaque cas la raison d'être et l'évolution du projet, ainsi que les participants, puis nous présentons nos constatations, avec une analyse des facteurs qui nous semblent avoir été à l'origine de la réussite ou de l'échec du projet.

Dans nos observations et nos conclusions générales, nous résumons les facteurs importants que nous avons relevés dans les six cas.

2. UNIVERSITÉ SIMON FRASER ET CLAY'S NURSERIES, DE LANGLEY (COLOMBIE-BRITANNIQUE)

Introduction

Le projet avait pour but la mise au point d'un moyen efficace de propagation des arbres et des arbustes à l'aide d'un procédé de génie génétique appelé culture tissulaire ou micropropagation.

Ce procédé est fondé sur la multiplication des cellules d'une section prélevée manuellement d'un bourgeon de plante plutôt que sur la méthode traditionnelle de culture à partir d'une graine. Il permet une maturation accélérée des plants, en plus d'assurer une reproduction exacte de l'original. Toutefois, dans le cas des conifères et de certains arbustes ligneux, il s'est révélé particulièrement difficile de transplanter les boutures tirées de sections de bourgeons de leur environnement contrôlé, en laboratoire, dans un milieu naturel où elles doivent s'enraciner.

Dans ce cas-ci, la relation a débuté en 1983, quand Clay's Nurseries a présenté au Conseil national de recherches une demande de subvention en vertu du programme PPIL (programme des projets Industrie-Laboratoires) afin de poursuivre des recherches entreprises à titre privé en 1979. La subvention, octroyée en juin 1984, s'échelonnait sur trois ans et était répartie en deux : 100 000 $ allait au professeur W. Vidaver, de l'Université Simon Fraser, et 485 000 $ à la compagnie Clay's Nurseries, de Langley (Colombie-Britannique). Le travail devait porter sur la micropropagation d'un certain nombre d'arbustes ligneux ornementaux. Toutefois, en 1985, les deux participants ont entrepris un second projet visant la culture tissulaire d'épinettes blanches. Ce projet est partiellement financé par une subvention de 12 000 $ par année du Conseil des sciences de la Colombie-Britannique.

Au fil des années, un certain nombre d'intervenants se sont ajoutés à l'Université Simon Fraser et à Clay's Nurseries. Ainsi, le ministère des Terres et Forêts de la Colombie-Britannique travaille actuellement avec des chercheurs de l'Université à un projet axé sur le perfectionnement, pour fins d'utilisation commerciale, du matériel de laboratoire servant à évaluer la vigueur des jeunes plants. En outre, trois autres entreprises forestières réalisent des projets de micropropagation des arbres avec la collaboration de l'Université; tous ces projets découlent de la relation originale entre Clay's et l'Université Simon Fraser.

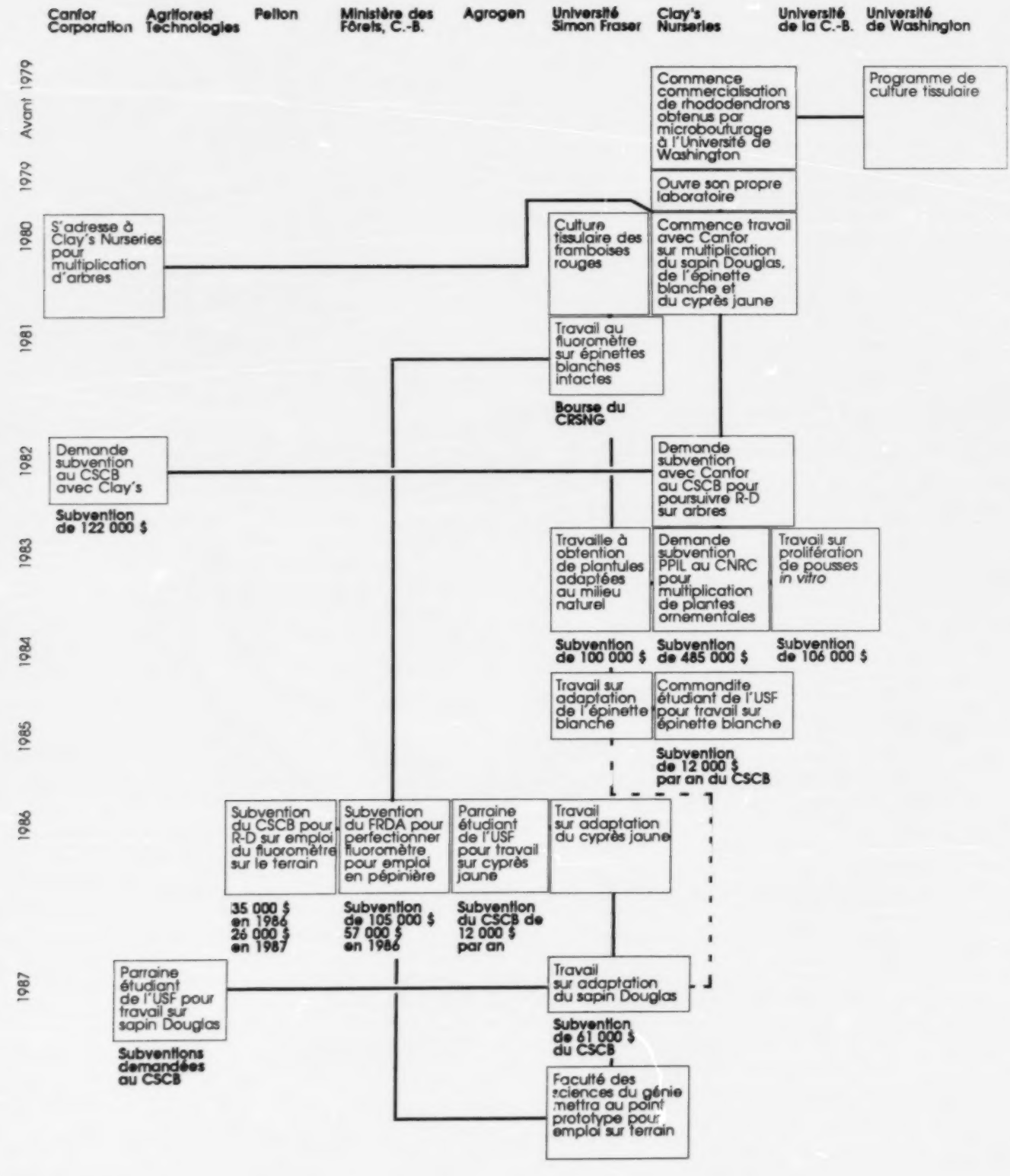
L'économie de la Colombie-Britannique a beaucoup à gagner de ce projet. Actuellement, on plante environ 200 millions d'arbres par année dans la province, de sorte que même une amélioration minime des taux de survie et de croissance peut représenter des millions de dollars.

Évolution

L'évolution de cette relation est illustrée dans la Figure 1. Au début des années 1970, Clay's Nurseries a entrepris des travaux avec la collaboration de l'Université de Washington à Seattle. À l'époque, Clay's avait fourni, en partie à ses frais, un terrain d'essai en milieu naturel pour la micropropagation de rhododendrons. En 1979, Clay's ouvrait son propre laboratoire dans sa pépinière de Langley, en Colombie-Britannique, pour poursuivre ces travaux et pour étudier la micropropagation d'autres espèces.

En 1980, Canfor Corporation demandait à Clay's de faire des recherches sur la micropropagation de l'épinette blanche, du sapin Douglas et du cyprès jaune. Canfor a

Figure 1. Relations entre l'Université Simon Fraser, Clay's Nurseries et d'autres associés



financé ces travaux de juillet 1980 jusqu'à mars 1983. Clay's s'est alors tourné vers le Conseil des sciences de la Colombie-Britannique (CSCB), qui lui a octroyé une subvention de 122 000 $ pour poursuivre la recherche.

Depuis, le CSCB a donné à la compagnie une subvention de recherche de 61 000 $ et deux subventions annuelles GREAT (recherches d'études supérieures en génie et en technologie) de 12 000 $ (Clay's en a demandé une troisième). Le professeur Vidaver de l'Université Simon Fraser est assisté de trois étudiants; chacun se concentre sur une espèce donnée, afin de trouver le meilleur moyen d'adapter au monde naturel un plant cloné.

Chacun de ces projets est aussi financé par une compagnie privée. Clay's Nurseries est co-commanditaire des recherches sur l'épinette blanche, Agrogen Ltd. co-finance les travaux de l'étudiant qui travaille sur le cyprès jaune et AgriForest Technologies a accepté d'être co-commanditaire des recherches sur le sapin Douglas.

Bien entendu, tous ces travaux sur les conifères ont suscité au ministère des Terres et Forêts de la Colombie-Britannique un intérêt considérable pour les recherches du professeur Vidaver. Le fait est que les enjeux sont gros, car le budget de reboisement frise les 100 millions de dollars par année (il coûte de 18 à 20 cents pour faire pousser un plant et de 20 à 30 cents de plus pour le transplanter).

Les plants de mauvaise qualité ont peu de chances de survivre lorsqu'ils sont transplantés dans des terrains dénudés par la coupe à blanc. Les méthodes qu'on utilise actuellement pour mesurer la vigueur des jeunes boutures sont indirectes, longues et coûteuses. Or, le laboratoire du professeur Vidaver a mis au point un fluoromètre servant à évaluer la santé des plants. Cet appareil permettra d'évaluer rapidement les plants dans les pépinières, avant la transplantation, puis après la transplantation en milieu naturel. Il aurait aussi de grandes possibilités pour les évaluations sur le terrain.

L'entente sur la mise en valeur des ressources forestières (FRDA) récemment conclue entre le gouvernement de la Colombie-Britannique et le gouvernement fédéral a permis à une équipe dirigée par le professeur Vidaver d'obtenir une subvention de 105 000 $ pour perfectionner le fluoromètre afin qu'il puisse être utilisé dans les pépinières et sur le terrain. Les responsables de l'administration de l'entente attribuent à ce projet la troisième priorité parmi les 24 projets qu'ils ont subventionnés.

La mise au point du fluoromètre est dérivée des travaux originaux de recherche biotechnique. À l'heure actuelle, il s'agit de créer un instrument portatif durable, fiable et facile à utiliser. La faculté de génie de l'Université Simon Fraser a bouclé la boucle en participant aux travaux de développement d'un prototype du fluoromètre pour les mesures sur le terrain. Le bureau de liaison entre l'université et l'industrie de Simon Fraser a facilité la prise de contact entre l'équipe du professeur Vidaver et les spécialistes de la faculté de génie.

Enfin, la plus grosse pépinière privée d'arbres de la Colombie-Britannique, Pelton Reforestation Ltd., qui produit plus de 35 millions de plants par année, vient juste de recevoir une subvention de 61 000 $ (dans le cadre de l'entente fédérale-provinciale sur la mise en valeur des ressources forestières), qui contribuera à la mise au point du fluoromètre pour pépinières.

Bref, ce qui a commencé par les recherches de Clay's Nurseries sur la micropropagation des rhododendrons est devenu une relation couronnée de succès

avec l'Université Simon Fraser; cette relation porte désormais sur d'autres arbustes ornementaux et sur l'épinette blanche. Parallèlement, l'équipe de recherche dirigée par le professeur Vidaver est entrée en relations avec d'autres entreprises privées et avec le ministère des Terres et Forêts de la Colombie-Britannique. Comme la Figure 1 le montre, il existe désormais un réseau complexe de projets interreliés qui progressent bien et qui, une fois terminés, devraient rapporter considérablement à l'économie de la Colombie-Britannique.

Constatations

La nature des relations personnelles établies entre les principaux intervenants est l'un des éléments clés de la réussite de ce projet. En effet, le professeur Vidaver aurait pu prendre sa retraite il y a quelques années, mais il a décidé de rester à l'Université parce qu'il tient beaucoup à assurer le succès des projets dont il assure la direction. Leslie Clay, de Clay's Nurseries, est aussi enthousiaste, sans parler de son père, qui s'occupe encore de l'entreprise familiale (à 92 ans!) tandis que son fils de 22 ans commence, lui, à marcher sur les traces de ses aînés. L'enthousiasme des deux camps et le respect manifeste qu'ils ont les uns pour les autres ont largement contribué à faire avancer le projet.

La qualité de la communication entre les parties est un autre facteur clé de réussite. Cette communication commence dès le début, quand les objectifs de chaque composante de la recherche sont définis. Une fois que les deux parties comprennent ce qu'on attend d'elles, il est essentiel de maintenir de bonnes communications pour que le projet suive la même orientation. M. Clay et le professeur Vidaver se rencontrent au moins une fois par mois pour parler des programmes et ils se téléphonent souvent.

Le troisième facteur du succès du projet est la dimension relativement limitée des divers éléments de l'ensemble. Chacun des projets de micropropagation porte sur une espèce distincte; leur point de rencontre est le laboratoire du professeur Vidaver, mais les compagnies participantes ont axé leurs travaux sur des points complètement différents, ce qui réduit au minimum d'éventuels problèmes de "compétition".

Enfin, le quatrième élément du succès du projet, c'est le dévouement des chercheurs de l'Université. Comme l'un de nos interlocuteurs du secteur privé nous l'a dit, "... les chercheurs universitaires doivent pouvoir faire ce qu'ils ou elles veulent faire. Il est impossible de les forcer à être d'accord avec vous." En d'autres termes, le projet doit présenter un intérêt intrinsèque pour les universitaires -- car si les chercheurs se sont engagés à faire pour la compagnie quelque chose qui ne représente pas beaucoup d'intérêt pour eux, il ne faut pas s'attendre à les voir consacrer au projet toute l'attention qu'il mérite.

Le projet n'a connu aucune difficulté qui aurait pu le faire échouer. Toutefois, on a relevé un certain nombre de difficultés mineures. Il y a d'abord eu la question des rapports à soumettre au Conseil national de recherches (CNRC). Au début, le CNRC se contentait fort bien du rapport d'une page que Clay's lui envoyait tous les trimestres. Lorsque l'agent responsable du projet a été remplacé, Clay's a dû produire des rapports de six à dix pages pour satisfaire son successeur. De plus, le CNRC n'avait pas encore accepté le rapport technique pour 1986 au moment où nous avons rédigé notre document de travail, parce que ce rapport ne contenait pas l'analyse statistique que le Conseil réclamait depuis peu. Résultat? Le CNRC retient les fonds depuis quatre mois, ce qui impose à Clay's Nurseries un fardeau financier imprévu d'environ 60 000 $.

La deuxième de ces difficultés a trait à la nature parfois contradictoire des objectifs de chaque organisation. Quand une compagnie fait des dépenses de R et D, il faut qu'elle finisse par rentabiliser son investissement, ce qui suppose que certains objectifs doivent être atteints dans des délais précis. Après avoir vécu une période de confusion au cours de l'année qui a suivi l'octroi de la première subvention du CNRC, les chercheurs de l'Université poursuivent des objectifs clairs, en s'efforçant de respecter des délais acceptés par toutes les parties.

Il y a d'autres difficultés, bien sûr; elles sont liées à l'objectif fondamental de la recherche universitaire, qui consiste à faire reculer les frontières de la connaissance dans l'intérêt de tous. Les professeurs et les étudiants sont récompensés directement et indirectement par la publication des résultats de leurs travaux. Comment ce système peut-il être concilié avec la nécessité, pour une compagnie, d'assurer le secret qui lui donne un avantage technologique sur ses concurrents?

Dans le cas des trois projets de propagation d'arbres, ce dilemme a été résolu par des ententes écrites conclues entre chaque compagnie et l'étudiant commandité. Ces ententes permettent aux étudiants de présenter leurs constatations dans leur thèse, mais par la suite, un moratoire leur interdit de les publier dans un journal universitaire pendant un an. De plus, les ententes reconnaissent aux compagnies la propriété des brevets obtenus à la suite des recherches.

À toutes fins utiles, la question de la reconnaissance des universitaires ne se pose pas dans ce cas-ci. Le professeur Vidaver est tellement plein d'enthousiasme quant aux possibilités de sa découverte pour l'économie de la Colombie-Britannique qu'il n'est absolument pas motivé par le syndrome de la publication, gage de survie. Les jeunes professeurs de l'Université Simon Fraser pourraient s'inquiéter davantage à ce sujet, mais il semble bien qu'ils ont eux aussi laissé l'importance du projet l'emporter sur tous les gains personnels qu'ils pourraient réaliser dans des recherches universitaires classiques.

Résumé

Le succès de ce projet repose sur deux facteurs fondamentaux -- le dévouement et la compétence des participants, d'une part, et d'autre part, l'importance qu'il revêt à l'heure actuelle pour l'économie de la Colombie-Britannique. Grâce au premier, il a été possible d'établir des objectifs clairs pour chacun des éléments du projet, et celui-ci a pu bénéficier du leadership, des communications et du travail acharné nécessaires. Le second facteur a valu au projet de grands appuis au sein même de l'Université et dans le secteur privé, tout en le protégeant des contraintes publiques traditionnelles de la recherche universitaire.

À la fin de 1986, le projet n'était pas encore terminé, mais tout indique qu'il connaîtra un succès complet, démontrant ainsi les possibilités économiques de relations de recherche bien planifiées entre les entreprises et les universités.

Il y a seulement trois ans, l'objectif fondamental du projet consistait à utiliser les méthodes de culture tissulaire pour propager des arbustes ornementaux. Aujourd'hui, et même si ce travail conserve toujours une grande importance pour Clay's Nurseries, ce sont des projets dérivés portant sur trois espèces d'arbres qui revêtent le plus d'importance pour la province.

En effet, le résultat pourrait être non seulement d'arriver à multiplier des arbres d'une qualité génétique supérieure, mais aussi, grâce au fluoromètre, d'accroître énormément les possibilités de transplanter uniquement des plants de bonne qualité, ce qui en augmenterait le taux de survie en milieu naturel. Si l'on pouvait accroître ce taux (qui n'excède pas 33 % dans certains secteurs pour le moment) même de 10 %, l'augmentation pourrait représenter plus de 10 millions de dollars par année pour la province.

3. UNIVERSITÉ DE CALGARY ET WILLOWGLEN SYSTEMS LTD.

Introduction

Les parties sont entrées en relation afin de mettre au point des logiciels de contrôle des procédés de production en continu. Dans le milieu, les logiciels de ce genre sont connus sous le nom de SCADA (supervision, contrôle et saisie de données). Les systèmes SCADA sont particulièrement utiles dans l'industrie du pétrole et du gaz, mais ils ont aussi toute une gamme d'applications dans d'autres procédés et dans diverses usines.

À l'Université de Calgary, 27 scientifiques et ingénieurs se sont groupés dans un service appelé SRDG (groupe de recherche et de développement de logiciels). Certains des membres de ce groupe, qui appartiennent à la faculté de génie électrique et à la faculté de gestion, ainsi qu'au Centre d'informatique de l'Université, collaborent au développement du logiciel SCADA avec la compagnie Willowglen Systems Ltd. de Calgary.

Le projet a officiellement débuté en avril 1986, après plusieurs mois de négociations entre Willowglen et le SRDG. Le budget est actuellement de 1,4 million de dollars.

Évolution

L'origine du projet remonte à octobre 1985, quand le Conseil national de recherches du Canada (CNRC) a octroyé à Willowglen une subvention de 460 000 $, dans le cadre de son programme d'aide à la recherche industrielle (PARI), pour contribuer au financement d'un projet de recherche et de développement de SCADA qui devait à ce moment-là coûter 1,1 million de dollars. Deux mois plus tard, en décembre, une rencontre fortuite a réuni le président de Willowglen et le directeur du Département d'informatique de l'Université, à l'occasion d'une réunion du conseil d'administration de l'Alberta Microelectronics Centre. Au cours de la conversation, le président de Willowglen a appris l'existence du SRDG; de toute évidence, le groupe avait la compétence dont sa compagnie avait besoin pour son projet SCADA.

Les membres du SRDG faisaient des recherches sur la décentralisation du traitement informatique et sur l'intelligence artificielle, les graphiques, les circuits d'intégration à très grande échelle (VSLI), l'interface entre l'être humain et l'ordinateur, et la documentation dynamique, mais ce qui intéressait particulièrement Willowglen, c'était un projet de décentralisation du traitement informatique, le JADE.

Le JADE est un projet financé grâce à une subvention thématique de 1,2 million de dollars du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie, qui a pour but la construction d'un environnement logiciel conçu pour les réseaux informatiques décentralisés. Il comprend des instruments de contrôle et d'animation graphique des programmes décentralisés. Willowglen a vu là une possibilité de mettre au point un système décentralisé en temps réel fondé sur les concepts du JADE, par lequel on pourrait intégrer des logiciels capables d'applications innovatrices pour le contrôle des unités et des procédés de production.

Au début, le personnel de Willowglen hésitait à passer un contrat avec l'Université, même s'il était impressionné par la technologie du JADE. La compagnie n'avait jamais signé de contrat avec une université auparavant et elle craignait que les universitaires ne soient pas capables de consacrer le temps nécessaire au projet et de le mener à bien en respectant les délais serrés que son genre d'entreprise lui imposait. Dans le plan de

travail qu'elle s'était donné pour son projet SCADA de 1,1 million de dollars, la compagnie prévoyait en cas de réussite décupler ses revenus sur cinq ans, en les faisant passer de 10 millions à 100 millions de dollars, dont 90 % venant des exportations. À l'origine, la recherche était censée porter à 60 % sur le logiciel et à 40 % sur le matériel, mais après six mois, les chercheurs s'étaient rendu compte qu'ils devaient réduire nettement la part des recherches consacrée au matériel, en axant leurs efforts à 90 % sur le logiciel. Willowglen avait donc besoin du SRDG pour sa grande compétence en logiciels.

Après plusieurs mois de négociations ardues, l'Université de Calgary et Willowglen Systems Ltd. ont passé un contrat pour mener à bien ce projet ambitieux de recherche et de développement d'un logiciel décentralisé en temps réel, avec une application SCADA.

La première phase du projet a consisté à le définir de façon détaillée et à préparer des spécifications. Elle a été terminée en octobre 1986, un mois plus tôt que prévu. Le projet devrait être terminé d'ici mai 1988.

Constatations

La compétence du SRDG et le logiciel JADE ont été de véritables trouvailles pour Willowglen. Ce sont les facteurs clés de la décision de la compagnie de travailler avec l'Université.

Willowglen a vite perdu sa réticence à l'idée de collaborer avec un établissement universitaire. En effet, le principal chercheur, le professeur R. Vasudevan, s'intéressait lui-même beaucoup à ce type de recherche; il avait d'ailleurs déjà travaillé à un logiciel SCADA pour un concurrent de Willowglen, ce qui lui donnait une expérience pratique et le rendait capable de tempérer l'approche théorique de l'Université. En outre, comme le SRDG avait des chercheurs permanents pour appuyer les professeurs et les étudiants qui les assistaient, la compagnie n'avait guère à craindre que les universitaires ne consacrent pas assez de temps au projet. Enfin, le SRDG avait déjà fait des recherches à contrat pour la U.S. Navy, en démontrant qu'il pouvait faire un travail de qualité dans les délais prévus.

Il y a toutefois eu des problèmes réels, autant durant les négociations initiales qu'au cours du projet lui-même. Le premier obstacle a été la politique de facturation des frais généraux de l'Université. Au début des négociations, tout semblait favorable à une relation réussie : le projet allait contribuer à réaliser les objectifs de l'Université, du SRDG, de la compagnie et de toutes les personnes intéressées. Il pouvait en outre contribuer à la diversification et au renforcement de l'économie albertaine. Pourtant, au cours des négociations, l'Université a décidé de facturer 100 % des frais généraux engagés pour les recherches sous contrat. La mise était trop grosse, car même un pourcentage plus courant, comme 65 %, dépassait les moyens de Willowglen.

Si l'Université avait persisté dans sa nouvelle politique, la relation n'aurait pas été établie. Heureusement, le bureau de transfert technologique de l'Université a ingénieusement réussi à contourner l'obstacle. Il a proposé que Willowglen rembourse une bien moindre proportion des frais généraux (25 %), à condition de partager les droits de propriété d'autres applications éventuelles du logiciel du système de base. Le bureau de transfert technologique a persuadé les administrateurs de l'Université d'accepter cet arrangement et de renoncer à leur politique de remboursement, compte tenu des avantages à long terme du projet. Le contrat a été signé, établissant officiellement la relation.

À ce moment-là, on peut dire que les parties s'étaient lancées dans une entreprise en coparticipation, car les deux misaient des ressources contre des avantages éventuels. Les deux étaient disposées à faire preuve de souplesse dans leur intérêt mutuel et les deux se faisaient confiance, jusqu'à un certain point.

Le deuxième obstacle majeur à surmonter a été la relation de Willowglen avec le Conseil national de recherches. Durant toutes les négociations entre la compagnie et l'Université, les représentants du CNRC avaient été tenus au courant, étant donné qu'une partie du financement aurait dû être assurée à même la subvention de 460 000 $ du PARI. Willowglen a consacré beaucoup de temps et d'efforts à expliquer clairement à ses interlocuteurs du CNRC l'effet que la participation du SRDG aurait sur l'utilisation de la subvention originale du PARI. Le CNRC a encouragé cette collaboration, particulièrement parce que des employés de Willowglen allaient travailler à l'Université, ce qui laissait supposer que le transfert technologique serait plus intensif que dans le contexte d'une sous-traitance ordinaire. Les deux parties ont reçu des assurances verbales que le CNRC accepterait les arrangements nécessaires pour le projet. Pour ne pas perdre de temps, les responsables ont poursuivi leurs travaux, sur la foi de ces assurances verbales. Pourtant, quand ils ont demandé par écrit une approbation officielle du projet, les modifications proposées ont été rejetées.

Il a fallu six mois à Willowglen pour obtenir une approbation officielle du remboursement de la subvention du PARI, qui ne s'appliquait au projet qu'à partir de la date d'approbation. De plus, le CNRC ne pouvait pas considérer comme paiement la cession des droits de propriété à l'Université. Par conséquent, les employés du SRDG n'étaient pas considérés comme membres du personnel de la compagnie, de sorte qu'ils n'étaient pas admissibles à la subvention de 80 % du salaire que le PARI verse pour le personnel interne. Manifestement, cette politique imposait à la compagnie un fardeau financier aussi lourd qu'imprévu. Après bien des négociations, le CNRC a reconnu le SRDG comme sous-traitant. Depuis octobre 1986, Willowglen peut obtenir du PARI une subvention équivalant à la moitié du salaire des employés du SRDG affectés au projet, plutôt que 80 %, comme dans le cas de ses propres employés. L'ironie du sort est que la souplesse même grâce à laquelle la relation avait pu s'établir a failli causer la perte du projet. Une fois l'entente conclue, les travaux ont commencé pour de bon sur la foi de l'approbation verbale du financement par le CNRC. Ces modifications apportées par le CNRC ont donc mis Willowglen dans une situation financière très précaire.

Résumé

Le succès de ce projet repose sur trois facteurs. Comme c'est souvent le cas, le plus critique est la compétence et la motivation du chercheur clé. De plus, le fait qu'il existait à l'Université un groupe ayant un personnel permanent et conçu expressément pour servir des clients de l'extérieur, un groupe qui avait su mériter la réputation de produire du travail de qualité en temps opportun, a contribué à faire rapidement démarrer le projet dans la bonne direction. Enfin, l'entrepreneurship du bureau de transfert technologique de l'Université est aussi un facteur important, car c'est grâce à lui que les administrateurs de l'Université ont pu être persuadés de faire preuve de souplesse dans la facturation de leur contribution.

Si le projet atteint ses objectifs, Willowglen espère pouvoir décupler ses revenus d'ici cinq ans. L'Université de Calgary profitera elle aussi de la relation, car le projet Willowglen aidera le SRDG à s'imposer comme centre de compétence et à donner une preuve de plus de possibilités que le bureau de transfert technologique pourra faire ressortir.

4. UNIVERSITÉ DE WATERLOO ET JOHN DEERE AND COMPANY

Introduction

Les intervenants clés dans cette relation sont le groupe de recherche WATMIMS (gestion des systèmes intégrés de fabrication), de l'Université de Waterloo, et la division de Welland (Ontario) de John Deere and Company Limited. Le personnel de la maison mère de Deere, aux États-Unis, a lui aussi joué un rôle important.

Deere a retenu les services du groupe WATMIMS pour obtenir une simulation d'une conception nouvelle d'une usine dotée d'une grande faculté d'adaptation. Le simulateur devait devenir un outil permettant de prédire les charges des machines et d'établir le calendrier des travaux d'une nouvelle unité de production.

Le projet a duré relativement peu de temps; il devait à l'origine se dérouler entre avril et août 1985, mais il s'est poursuivi jusqu'au mois de décembre de la même année.

Évolution

Le groupe WATMIMS fait partie du département des sciences de la gestion de l'Université de Waterloo. Il compte 12 professeurs, une douzaine d'étudiants et des employés de soutien. Il s'intéresse à la recherche sur l'intégration des techniques de gestion à la planification et au contrôle des procédés de fabrication. Il existe depuis 1983, grâce à une subvention thématique de 200 000 $ du CRSNG (Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie). Il a récemment obtenu une deuxième subvention pour continuer à étudier la simulation de la gestion de la production avec inventaire minimal.

Le projet a été entrepris parce que la compagnie Deere voulait réorganiser une partie de son usine de Welland. Elle se proposait de créer à l'usine une cellule à l'intérieur de laquelle les procédés de soudure, d'usinage et de montage seraient tous exécutés. Cette façon de procéder est contraire aux méthodes de production classiques, selon lesquelles un procédé comme la soudure n'est exécuté que dans un seul endroit de l'usine, pour tous les produits. La maison mère de Deere, aux États-Unis, demandait à sa division de Welland de joindre une simulation de l'aménagement proposé pour l'usine à sa demande de capitaux pour la réorganisation de l'usine. La division de Welland s'est adressée à l'Université de Waterloo parce qu'un certain nombre de ses ingénieurs, y compris le chef de l'équipe de projet en cause, étaient des anciens de l'Université.

Deere avait envisagé d'avoir recours à un certain nombre de firmes de consultants et à d'autres universités, mais son choix s'est finalement arrêté sur le groupe WATMIMS, surtout parce que celui-ci disposait d'un logiciel de simulation de la production, le MAP/1, mis au point par Pritzker and Associates, de l'Indiana. L'expérience du groupe WATMIMS, combinée avec l'utilisation du MAP/1, devait en principe permettre à l'Université de Waterloo de réaliser le projet bien plus vite que ses concurrents, et c'était très intéressant pour Deere. Le coût du projet était évalué à 28 000 $.

Le contrat a été passé en mai 1985, mais la simulation n'a jamais été terminée, car la division de Welland a présenté une demande à la maison mère sans attendre les résultats de la simulation. Le siège social a fini par approuver une conception de l'usine nouvelle, mais différente de celle du projet. La conception simulée était en effet un système de gestion de la production moderne, du type Kanban, tandis que celle que la

maison mère a approuvée correspondait à un système relativement classique de planification des besoins de matériaux.

La première étape du projet comprenait l'évaluation originale, qui devait aboutir au choix du groupe WATMIMS par Deere. La deuxième a été une période de collecte intensive de données pour le développement du simulateur (en fait, le coeur du projet). Le projet n'a pas été terminé à la date prévue, en août; en octobre, la direction de la division de Welland a présenté à la maison mère une demande axée sur le système de planification des besoins de matériaux; cette demande a été acceptée. Le groupe de l'Université de Waterloo a néanmoins poursuivi ses travaux jusqu'à la fin de décembre 1985. Le projet a officiellement pris fin à ce moment-là. Par la suite, il y a eu un suivi où, sans qu'il en coûte quoi que ce soit aux deux parties, le personnel du WATMIMS a communiqué périodiquement avec des employés de Deere pour parler des résultats obtenus jusque-là.

Constatations

Le projet n'avait pas une grande envergure, mais c'était la première relation établie entre l'Université de Waterloo et la division de Welland de la compagnie John Deere. C'était aussi la première fois que le personnel de la compagnie établissait une relation avec une université.

Les deux parties avaient de grandes attentes. La division de Welland espérait obtenir de nouveaux instruments analytiques à l'appui de sa demande à la maison mère. Elle s'attendait de plus à ce que le travail soit terminé en trois mois, avec l'aide d'un personnel de soutien à temps partiel.

Au départ, les représentants de la compagnie avaient certaines appréhensions au sujet des universitaires; au cours des entrevues, ils nous ont dit qu'ils se demandaient si le personnel du WATMIMS pourrait comprendre les contraintes du monde réel. Pourtant, au cours du processus de sélection, ces universitaires les ont suffisamment impressionnés pour qu'ils choisissent le WATMIMS, même s'ils conservaient le sentiment que ses théoriciens n'auraient pas une bonne connaissance du monde réel. Au cours du projet, ces craintes ont été entièrement dissipées. Par la suite, des employés de Deere nous ont dit avoir été extrêmement impressionnés par les connaissances pratiques du personnel du WATMIMS.

D'un autre côté, les spécialistes du WATMIMS ont bien réagi à la demande de la compagnie Deere, parce que celle-ci est reconnue aux États-Unis comme un leader pour la souplesse dont elle fait preuve dans le secteur de la production. La réputation de la compagnie les intéressait pour des fins ultérieures, étant donné que le WATMIMS voulait donner plus d'ampleur à ses relations avec l'industrie.

La structure de gestion du projet était relativement simple. Pendant quatre mois, le professeur John Moore a consacré environ une journée tous les quinze jours à son travail de chercheur principal. Le directeur associé de l'administration du groupe WATMIMS, Kenneth McKay, a consacré deux jours par semaine à ses responsabilités de gestionnaire du projet. En outre, un autre membre du personnel a travaillé au projet pendant neuf mois et un autre encore pendant cinq mois. Enfin, un étudiant d'un programme d'enseignement coopératif a été embauché pour travailler au projet pendant ses stages (plus tard, au cours de sa quatrième année à Waterloo, en 1986-1987, cet étudiant a mis au point un simulateur générique de cellules de production).

Deere a nommé un de ses cadres intermédiaires coordonnateur du projet. Malheureusement, ce coordonnateur a été mis à pied au beau milieu du projet, pour des raisons n'ayant rien à voir avec la qualité de son travail. Trois autres employés de Deere ont consacré une partie de leur temps au projet.

Le projet n'a pas été mené à bien, mais il faut souligner un important facteur du succès limité qu'il a pu connaître, à savoir la souplesse dont l'Université a su faire preuve en consacrant à la compagnie bien plus de services de chercheurs et de temps d'ordinateur que prévu. Le personnel de Deere a été impressionné par cette faculté d'adaptation.

Sur le plan technique, il y a eu un important transfert de connaissances des deux côtés. Deere a pu se familiariser avec des notions importantes de simulation. De l'avis de ses employés, si le projet n'a pu être mené à terme, c'est en grande partie parce qu'ils avaient gravement sous-estimé l'ampleur de la tâche de collecte des données et qu'ils n'avaient pas mis plus de monde sur le métier après s'être rendu compte de leur erreur. Ils estimaient aussi qu'en modifiant le simulateur en cours de route pour l'utiliser dans l'établissement des calendriers de production, ils avaient beaucoup trop compliqué le programme, compte tenu du budget et du temps disponibles. Pour sa part, le personnel du WATMIMS était d'avis qu'il avait suffisamment averti Deere de l'ampleur de la tâche, mais sans succès.

L'Université de Waterloo a acquis de grandes connaissances sur la mise au point de simulateurs d'une approche cellulaire de la production fondée sur une philosophie de gestion de la production de type Kanban. En fait, au début de 1987, il semblait bien qu'elle réussirait à mettre au point l'un des premiers simulateurs du monde capable de créer des simulations génériques de cellules pour ce genre de production. Les membres du groupe ont aussi eu la possibilité de rendre publiques des communications sur ce sujet à l'occasion de deux conférences. Enfin, grâce à leur travail pour le compte de Deere, les spécialistes du WATMIMS ont mis la main sur des logiciels d'une valeur de plus de 500 000 $ qu'ils ont pu analyser et soumettre à des essais sans qu'il leur en coûte un sou; l'Université est devenu un lieu d'essais pilotes pour un grand marchand de logiciels. Toute cette activité a facilité la vente d'autres projets.

Par contre, le projet n'a procuré aucun avantage à la division de Welland de Deere, si ce n'est l'acquisition d'une certaine connaissance pratique de l'utilisation des simulateurs, comme nous venons de le préciser. Les représentants de Deere ont toutefois dit qu'ils croyaient avoir découvert une importante ressource dont ils se serviraient encore dans l'avenir. Comme compagnie, John Deere n'a tiré aucun avantage économique du projet.

Résumé

Le projet de Deere a été important pour les membres du groupe WATMIMS, en ce qu'il leur a permis d'augmenter leur capacité technique et leurs possibilités d'établir des relations avec l'industrie. La leçon la plus évidente que l'on puisse tirer de ce cas, c'est probablement qu'il faut procéder à une meilleure étude de faisabilité avant d'entreprendre un projet, en comprenant mieux les engagements et les besoins de chacun. Les deux parties ont reconnu qu'une décision de la compagnie d'affecter du personnel expressément au projet serait un facteur important à envisager dans l'éventualité d'une autre relation de ce genre, et les deux parties ont déclaré être disposées à entreprendre de nouveau un projet ensemble. Elles passent ce projet-ci au compte de l'expérience; d'après les représentants de Deere, d'autres projets pourraient marcher.

5. CHAIRE DE MÉTALLURGIE STELCO À L'UNIVERSITÉ McMASTER

Introduction

Cette relation dure depuis plus de 25 ans. En 1961, la Steel Company of Canada (Stelco) a convenu avec l'Université McMaster, d'Hamilton, en Ontario, de financer une chaire de métallurgie à l'Université. Au début, les conditions applicables à la chaire étaient très vagues, car on s'était contenté de dire "... le titulaire sera un métallurgiste réputé; il sera connu sous le titre de professeur Stelco de métallurgie; et il sera nommé par l'Université, avec l'approbation préalable de la compagnie." Bien entendu, le titulaire devait implicitement faire bénéficier Stelco de son aide et de ses conseils, mais rien de tout cela n'était précisé par écrit.

Le passage du temps a obscurci certains détails, mais nos recherches nous donnent à penser que la raison d'être de la création de la chaire était le désir de faire venir à McMaster un métallurgiste de réputation mondiale, dans l'espoir que celui-ci puisse devenir le noyau d'un service qui jouerait à l'avantage de l'industrie sidérurgique et qui permettrait à McMaster de se donner un département de métallurgie de valeur.

Le premier titulaire a été Robert Ward, de l'Université de Sheffield, qui venait tout juste de faire publier un ouvrage internationalement reconnu sur la métallurgie quand il a accepté l'offre de McMaster et de Stelco. À cette époque-là, le professeur Ward avait reçu d'autres offres, dont une d'occuper la chaire Carnegie-Mellon à Pittsburgh, au coeur de l'industrie américaine de l'acier. Toutefois, le prestige de la chaire Stelco a suffi pour l'attirer à McMaster, où ses travaux ont contribué à établir la compétence et la réputation de l'Université.

Depuis, deux autres scientifiques ont été nommés à la chaire Stelco. Le titulaire actuel, le professeur Wu-Kai Lu, travaille de très près avec les spécialistes de Stelco à la mise au point d'un nouveau procédé de réduction directe pour la fabrication de l'acier.

Évolution

Au cours des années 1950 et même des années 1960, McMaster se transformait, passant d'un collège baptiste d'humanités à une université tournée davantage vers la recherche, avec de solides compétences dans le domaine des sciences et dans celui du génie. Sous la présidence du professeur Harry Thode, l'Université a créé des facultés des sciences et de génie, puis de commerce et de médecine. Son intérêt pour la métallurgie a commencé après la Deuxième Guerre mondiale, quand d'anciens combattants de la région de Hamilton ont commencé à travailler dans les aciéries. Devenus surintendants, puis directeurs, ces hommes ont cherché des moyens d'accroître leurs connaissances techniques, à mesure que progressait la technologie de la fabrication de l'acier.

McMaster leur offrait des cours du soir dispensés par des ingénieurs oeuvrant dans l'industrie. Avec le temps, ces cours ont été groupés en un programme de cours du soir d'une durée de trois ans pour lequel on n'exigeait aucun cours préalable, mais qui se terminait par la remise d'un certificat. Compte tenu de ce contexte et de l'évolution de McMaster au cours des années 1950, le besoin et l'opportunité de créer un département de métallurgie sont devenus manifestes, tant pour l'industrie que pour l'université. Le point d'aboutissement du processus a été la nomination du professeur Ward en 1961.

Les étapes de cette relation entre McMaster et Stelco semblent directement reliées aux titulaires de la chaire. Chacun d'entre eux a eu son style bien à lui et chacun a exercé une influence unique sur la relation de l'Université avec Stelco.

Les lignes directrices sur la nomination du titulaire et sur ses fonctions sont demeurées inchangées de 1961 à 1984, année où un nouveau vice-président à la recherche et à la technologie de Stelco est tombé d'accord avec des représentants de l'Université pour dire que le temps était venu de les revoir. Il y a eu quelques changements : auparavant, l'Université avait nommé les titulaires avec l'approbation de Stelco; désormais, il y avait un comité de sélection auquel siégeait un représentant de Stelco.

Depuis la création de la chaire Stelco, McMaster a créé neuf autres chaires industrielles après avoir conclu des ententes en bonne et due forme avec des entreprises privées. Stelco considère son entente avec McMaster comme une réussite, à tel point qu'elle a financé une autre chaire de métallurgie à l'Université de la Colombie-Britannique : elle intensifie donc elle aussi ses relations avec les universités sous cette forme.

Constatations

Le projet n'est pas très important, si l'on ne considère que son coût annuel, mais son coût cumulatif sur 25 ans est loin d'être négligeable. Stelco paie environ la moitié du salaire du titulaire de la chaire Stelco en plus de verser des sommes discrétionnaires pour la recherche (pour les chaires créées plus récemment, McMaster a demandé une aide plus généreuse, en raison des coûts supplémentaires d'infrastructure). L'existence de la chaire n'entraîne pas d'autres dépenses pour Stelco, même si, de toute évidence, l'expansion du département de métallurgie, en partie attribuable à l'existence de la chaire, a mené à d'autres projets pour lesquels Stelco a contribué de fortes sommes.

Les ententes de la première heure sont difficiles à définir après 25 ans, mais certains facteurs sont clairs. L'Université espérait manifestement que la nomination d'un scientifique de réputation mondiale l'aiderait à établir son nouveau département de métallurgie. Cette attente semble avoir été satisfaite.

Chez Stelco, les attentes étaient axées sur l'aide qu'elle pouvait s'attendre à recevoir du titulaire. L'étendue de cette interaction inquiétait les deux organisations. D'une part, Stelco craignait qu'il lui serait difficile d'avoir suffisamment accès au nouveau scientifique. Pour sa part, l'Université redoutait que l'aide dont celui-ci ferait bénéficier la compagnie nuirait à son enseignement. Pourtant, les deux parties s'étaient mises d'accord sur les conditions originales, qui ne précisaient nullement le degré d'interaction que le titulaire aurait avec Stelco. Rien d'étonnant alors à ce que chacun des trois titulaires ait fait bénéficier la compagnie d'une aide d'une ampleur toute personnelle.

Les attentes ont été exprimées plus clairement dans l'énoncé de 1984, qui imposait au titulaire l'obligation :

- de jouer un rôle actif dans l'enseignement et la recherche sur la fabrication de l'acier, comme domaine général;
- de maintenir la liaison avec Stelco et de faire bénéficier la compagnie de ses conseils et de ses avis techniques, selon les besoins, dans certaines limites;
- de donner une conférence technique à Stelco au moins une fois l'an, sur un sujet d'intérêt commun; et
- de remettre à l'Université et à Stelco un rapport annuel succinct de ses activités.

Contrairement à plusieurs autres des projets décrits dans ces études de cas, celui-ci n'a jamais été l'objet d'une gestion structurée. La souplesse a toujours été l'une

de ses caractéristiques importantes et d'ailleurs, les deux parties se sont manifestement adaptées à la personnalité des titulaires. Néanmoins, les différences culturelles entre l'industrie et l'Université semblent avoir toujours marquées les relations. Le titulaire actuel parle de ces différences avec éloquence. Il vit dans les deux mondes en tenant un langage donné aux industriels et un autre langage, bien différent, à ses collègues de l'Université. Le respect des deux parties pour ces différences semble avoir été l'un des facteurs critiques du succès de la relation et de la longévité de la chaire.

Sans imposer de restriction à la chaire Stelco, McMaster a adopté des critères plus structurés pour ses autres chaires industrielles. Le financement doit être suffisant, ce qui signifie généralement que le partenaire industriel paie environ la moitié du salaire du titulaire, plus une proportion raisonnable des frais d'infrastructure. Les objectifs des nouvelles chaires doivent être compatibles avec ceux de l'Université, et il doit y avoir un minimum de dispositions restrictives : par exemple, il doit être possible de faire appel à des étudiants du deuxième et du troisième cycles et à des professeurs pour des recherches sur des procédés ou des produits appartenant à la compagnie. Enfin, la compagnie peut intervenir dans le processus de nomination du titulaire, mais pas le contrôler.

Il est bien évident que la relation qui existait entre McMaster et Stelco avant la création de la chaire a eu son importance, tout comme le statut dont le professeur Thode jouissait à Hamilton, ainsi que les relations amicales qu'il entretenait avec les dirigeants de l'industrie. Les relations permanentes que la création de la chaire a établies ont mené à de nombreux autres projets, dont certains de grande envergure. À l'heure actuelle, les partenaires ont un grand projet, la recherche d'un nouveau procédé de réduction directe pour la fabrication de l'acier, qui aboutira bientôt à la création d'une usine pilote. Le titulaire actuel de la chaire, le professeur Lu, participe directement à ce projet, même si son financement est distinct de celui de la chaire Stelco.

Au cours de nos discussions sur ce cas, les deux parties nous ont dit que la relation avait donné aux étudiants la possibilité de s'attaquer à des problèmes réels, ce qui les a aidés à comprendre les applications de leur discipline. En outre, la relation permet à l'Université d'avoir accès aux importantes installations de recherche de la compagnie et aux usines opérationnelles, qui servent de lieux d'essais.

Les premières années, certains craignaient de voir Stelco tenter d'utiliser l'Université comme une sorte de filière de recherche et de développement. En fait, la compagnie n'a jamais tenté d'influer sur l'orientation des travaux et des recherches universitaires. Cette attitude a été un facteur clé du succès de la relation. (Malheureusement, McMaster a connu des expériences bien différentes avec d'autres entreprises.)

D'un autre côté, la relation a permis aux employés de Stelco de se tenir au courant de la recherche de pointe dans les domaines qui les intéressent. Des représentants de la compagnie nous ont dit que le professeur Stelco avait toujours été un spécialiste renommé, qui connaissait fort bien les techniques et les procédés de Stelco, et qui pouvait donc faire bénéficier la compagnie de ses conseils et de son aide; il ne s'en est pas privé, au grand avantage de Stelco.

Hamilton n'est pas une très grande ville, de sorte qu'au fil des années, la relation entre Stelco et McMaster est devenue bien connue de la population et des autorités

municipales. La réputation et l'image publique et communautaire de Stelco s'en sont trouvées grandies.

Quand la chaire a été créée, les parties ne prévoyaient aucun avantage social ou économique direct pour la collectivité, mais il n'empêche que la région de Hamilton-Wentworth en a tiré grand profit avec le temps. McMaster attire des gens du monde entier à ses symposia, ses conférences et ses séminaires sur la métallurgie. Ces visiteurs sont autant de clients pour les hôtels, les restaurants, les taxis et les magasins de la région. La relation entre Stelco et McMaster et la compétence croissante des spécialistes de l'Université ont aussi fait progresser la technologie de l'industrie du fer et de l'acier, si importante pour Hamilton. La collectivité trouve là aussi des avantages sociaux et économiques.

Résumé

La dynamique de cette association a été directement reliée à la personnalité du professeur Stelco. La relation créée par la chaire a bien fonctionné depuis le début en raison du respect que chaque partie a pour les objectifs et la culture de l'autre. Les qualités de chef et le dévouement de certains intervenants ont eu une grande importance. Le premier de tous fut sans contredit le président de l'Université McMaster, le professeur Thode, celui qui a créé la chaire. Au cours de nos recherches, on ne nous en a pas dit grand-chose, mais il convient manifestement de rendre hommage aussi aux qualités de chef et au dévouement des dirigeants de Stelco.

Les deux parties confirment que la relation leur procure toujours des avantages, particulièrement grâce au transfert mutuel de connaissances et à la croissance de Hamilton et de McMaster, désormais reconnue comme centre d'excellence de la technologie métallurgique.

6. ÉCOLE POLYTECHNIQUE, SEPT ENTREPRISES DE GÉNIE, LA SOCIÉTÉ D'ÉNERGIE DE LA BAIE JAMES ET HYDRO-QUÉBEC

Introduction

Ce projet avait pour objectif le développement d'un système de conception assistée par ordinateur (CAO) avancé que l'industrie aurait utilisé pour la conception de grands aménagements hydro-électriques. Les systèmes de ce genre nécessitent l'intégration des nombreuses bases de données qui sont constituées chaque fois qu'un aménagement hydro-électrique important est réalisé. Ainsi, on peut faire appel pour les divers éléments de la conception du projet à une information commune, ce qui améliore l'efficacité et l'économie des travaux, tout en favorisant l'optimisation d'une vaste gamme de composantes.

Les bases de données indépendantes que les intervenants se proposaient d'intégrer avaient trait à l'hydrologie, à la conception des turbines, à la caractérisation des sites, à la géotechnique, aux structures et à l'hydraulique; il était particulièrement important d'intégrer les données concernant la caractérisation des sites et l'hydro-météo.

Les sept entreprises de génie qui se sont alliées à l'École Polytechnique, à la Société d'énergie de la Baie James et à Hydro-Québec sont Dominion Engineering, Tecsult, Lavalin, Lalonde Girouard Letendre, Monenco, Rousseau Sauvé Warren et Le Groupe SNC.

Les discussions et la planification ont duré deux ans et demie avant le lancement officiel du projet, le 1er mai 1985. Les travaux devraient se poursuivre jusqu'au 30 avril 1988. Le budget s'élève à 6,2 millions de dollars, dont 2,2 millions proviennent d'une subvention du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie (CRSNG). Les firmes industrielles ont convenu que leur contribution totale serait de 1,68 million de dollars, le reste devant venir de l'École Polytechnique, appelée à fournir le personnel, les bureaux, les installations, les ressources informatiques et l'administration du projet. L'École Polytechnique est une école d'ingénieurs, située sur le campus de l'Université de Montréal, à laquelle elle est affiliée.

Évolution

Le déroulement du projet peut être réparti en quatre temps -- une étape préliminaire allant jusqu'au 1er mai 1985, puis la première année de fonctionnement, suivie des deux dernières années du projet et enfin la période suivant la fin des travaux.

On peut dire que l'étape préliminaire a commencé à la fin de 1982, année où le gouvernement du Québec a créé le ministère de la Science et de la Technologie (MST). Il y a eu des échanges officieux entre le MST et l'École Polytechnique, celle-ci exprimant son intérêt pour une éventuelle collaboration et le ministère lui faisant savoir qu'il envisageait de financer des projets de recherche, en laissant même entendre que les propositions de l'École seraient parmi les premières à être étudiées.

L'École Polytechnique avait déjà un noyau d'experts en CAO. En effet, le professeur Ricardo Camararo avait déjà obtenu des subventions de plus de 300 000 $ du ministère d'État chargé des Sciences et de la Technologie (gouvernement fédéral), désireux de favoriser l'enseignement de la CAO. L'École entendait exposer tous ses étudiants aux techniques de la CAO et leur donner accès par micro-ordinateurs à des systèmes de CAO fonctionnant sur un ordinateur central. Elle avait donc les

antécédents nécessaires pour proposer au ministère un projet de recherche de 3 millions de dollars sur la CAO.

Le sous-ministre du MST du Québec s'est montré très favorable à l'idée, particulièrement si le projet devait être applicable à la construction d'ouvrages hydro-électriques; c'était précisément l'application que le groupe de l'École Polytechnique envisageait. Le sous-ministre du MST a aussi laissé entendre à l'École que sa proposition serait plus favorablement accueillie si elle faisait appel à des entreprises québécoises de génie qui avaient travaillé dans le domaine des aménagements hydrauliques.

C'est à ce moment-là que M. Wladimir Paskievici, doyen des études supérieures et de la recherche, a réuni un groupe de professeurs qu'il a chargé de solliciter l'appui et la participation d'un certain nombre de firmes de génie. Chacun des membres de ce groupe avait déjà fait preuve de ses qualités de gestion et d'entrepreneurship dans la direction d'un grand projet et avait déjà mené à bien des travaux à contrat pour le compte du secteur privé, en plus d'être reconnu pour sa grande compétence professionnelle.

Les membres du groupe se sont donc adressés à diverses compagnies; c'est à cette étape-là que les sept entreprises de génie ont été sollicitées. Par la suite, l'École a eu de nombreuses discussions avec le MST. Toutefois, et bien que le groupe ait soumis au ministère un certain nombre de propositions assorties de modifications, il est devenu manifeste que l'École ne bénéficierait pas, en définitive, d'un appui suffisant du gouvernement québecois. Elle a donc pris la décision de soumettre une demande de subvention au CRSNG.

Il a fallu préparer une nouvelle proposition, parce que la politique de subventions du CRSNG est axée sur la recherche et le développement universitaire, tandis que les critères du MST étaient plus directement liés aux besoins de l'industrie. Pour surmonter cet obstacle, l'École Polytechnique a encore engagé des fonds dans son projet. En fin de compte, le CRSNG lui a octroyé, au début de 1985, la plus importante subvention de son histoire : 2,2 millions de dollars.

Au deuxième stade, soit de mai 1985 jusqu'au début de l'été 1986, les attitudes des partenaires industriels et celles des universitaires sont entrées en conflit. Les premiers voulaient gérer le projet comme une entreprise, en réclamant une participation au moins égale dans son administration et dans son orientation. Ils avaient prêté à l'École un employé qui devait être directeur adjoint du projet. Les universitaires voulaient au contraire travailler comme s'il s'agissait d'un projet de recherche universitaire traditionnel accompagné d'un transfert technologique.

Les rapports sur le projet n'étaient pas assez concis ni assez réguliers, de l'avis des industriels. De plus, il était devenu manifeste que certains des objectifs de la recherche étaient trop ambitieux, compte tenu des ressources disponibles. L'abcès a crevé au printemps 1986, quand le CRSNG a dû intervenir, presque à titre de médiateur. Celui-ci a clairement précisé qu'il avait accordé une subvention à un projet de recherche universitaire qui, à ce titre, devait être dirigé par l'École. À ce moment-là, la relation semblait vraiment menacer d'éclater, car les points de vue différaient, notamment au sujet des objectifs et du contrôle du projet. Toutefois, au début de l'été 1986, ces problèmes avaient été surmontés. Une nouvelle structure de gestion a été établie, éliminant le poste du directeur adjoint du projet, dont le titulaire était prêté par les industries. Le projet a repris de plus belle, sous la direction des

universitaires, mais cette fois avec des rapports réguliers et clairs sur l'évolution des travaux.

Les objectifs de la recherche ont eux aussi été modifiés à l'occasion de cette restructuration. Il a été décidé d'abandonner la conception des logiciels pour les centrales; de plus, les compagnies intéressées ont accepté une intégration moins poussée des bases de données. Par contre, les chercheurs devaient accorder plus d'importance aux standards graphiques en mode interactif, car, d'après certains partenaires, ceux-ci seraient fort utiles aux concepteurs de demain.

Au cours du troisième stade, qui a commencé à l'été 1986, le projet s'est déroulé sans problèmes. Les recherches ont abouti : les nouveaux logiciels ont été livrés aux entreprises intéressées pour être validés. Au moment où nous écrivons ce rapport, on s'attendait que la recherche continue comme prévu jusqu'au printemps 1988 et que, vers la fin de cette période, il y ait beaucoup de discussions sur l'utilisation et le perfectionnement des logiciels de CAO que le projet a générés. Il s'agira aussi de savoir qui est propriétaire des logiciels et comment protéger les droits de propriété.

Au quatrième stade, celui qui suivra la fin des travaux, la nouvelle technologie aura de toute évidence des retombées économiques importantes, mais qui restent à définir. Formera-t-on une nouvelle entreprise qui s'occupera de l'entretien des logiciels, en continuant à les perfectionner, grâce aux redevances que lui verseraient ses associés sur leurs ventes? L'École prendra-t-elle des dispositions pour poursuivre la recherche et le développement? (Il se peut aussi que chaque firme intéressée obtienne une copie des logiciels et poursuive le travail de son côté.) Ces possibilités seront étudiées entre le printemps 1987 et le printemps 1988.

Constatations

Ce projet est unique en raison de l'envergure de ses objectifs techniques et de l'importance de l'association créée pour le réaliser. L'École a mis sept professeurs de la partie, l'industrie a prêté dix ingénieurs et sept délégués techniques, tandis que le CRSNG subventionnait le salaire de douze assistants de recherche et de cinq analystes ou programmeurs. En outre, six étudiants au doctorat et six autres étudiants de maîtrise en sciences ont travaillé au projet.

L'ampleur du projet exigeait aussi une structure de gestion unique, composée d'un comité de direction de trois professeurs et d'un représentant de l'industrie. La direction du projet est assumée à tour de rôle, tous les 12 mois, par l'un de ces trois professeurs, qui sont désignés comme bénéficiaires de la subvention du CRSNG. Le comité se réunit chaque semaine; il est responsable de l'administration du projet.

De plus, un conseil de direction formé de représentants de chacune des compagnies intéressées fait office de conseil d'administration. Il se réunit tous les mois pour passer en revue le travail du comité de direction. En outre, chacune des entreprises a délégué des représentants aux divers groupes techniques qui constituent, pour différentes disciplines du génie, des réservoirs de compétences auxquelles les chercheurs peuvent faire appel.

L'énergie, la motivation et l'expérience des professeurs clés se sont révélées très importantes pour l'organisation et l'évolution du projet. Les trois bénéficiaires désignés de la subvention du CRSNG, MM. René Tinawi, Claude Marche et Michel Soulié, entretiennent entre eux d'étroites relations professionnelles; ils ont ainsi appris à se fier à la compétence et au jugement de chacun. Ils se succèdent à la tête du projet pour

chacune des trois années. Enfin, l'apport du professeur Ricardo Camararo s'est lui aussi révélé très important : spécialiste de la conception assistée par ordinateur, il avait déjà eu des rapports avec l'industrie, tout comme ses trois collègues.

Les attentes étaient grandes et les ententes conclues au départ étaient d'une rare envergure. Les difficultés de la première année sont essentiellement imputables aux trois facteurs suivants :

- les objectifs de la recherche et les résultats attendus étaient mal définis et trop mal compris pour que les intervenants puissent s'entendre;
- à l'origine, les objectifs techniques étaient trop ambitieux; ils ont été réduits;
- les participants ne comprenaient pas qui devait contrôler le projet; ils ne s'entendaient pas à ce sujet.

L'un des éléments qui a empêché l'association d'éclater quand elle a éprouvé des difficultés est une sorte de coercition "douce" qui s'exerçait sur les entreprises privées. En effet, les sept firmes de génie vendent leurs services de consultants à Hydro-Québec. Si le projet avait réussi et qu'Hydro-Québec avait décidé d'utiliser la nouvelle technologie dans ses travaux, ceux qui se seraient retirés du projet (et qui n'auraient donc pas eu accès à cette technologie) auraient perdu un très gros client. En outre, sur le plan international, ils seraient beaucoup moins concurrentiels que ceux qui n'auraient pas lâché.

Par ailleurs, certaines des escarmouches du début ont été causées par les différences entre les objectifs des universitaires et des industriels, c'est-à-dire par une sorte de "différend culturel". Les universitaires pensaient à long terme, tandis que les entreprises, et particulièrement les firmes de consultants, voulaient des résultats sur-le-champ. Ces problèmes ont dû être surmontés au cours de la première année.

D'un autre côté, la souplesse dont le milieu universitaire est capable a largement contribué au succès du projet. En effet, non seulement le personnel de l'École a-t-il consacré plus de temps au projet qu'on s'y attendait au départ, mais encore l'École a-t-elle fourni beaucoup plus de temps d'ordinateur et de ressources que prévu.

Les participants s'attendaient à obtenir un certain nombre d'avantages. Ceux-ci ont commencé à se concrétiser au cours du troisième stade, quand le groupe de recherche universitaire a transféré les logiciels aux entreprises de génie. Que d'autres objectifs puissent être réalisés dépend en définitive de la réussite ou de l'échec du projet sur le plan technique. Toutefois, les participants prévoyaient que la technologie profiterait aux entreprises parce qu'elle leur ferait gagner du temps à l'étape de la conception, celle-ci étant en outre optimisée, et parce que les essais et les tests de validation permettraient d'améliorer la sécurité (sans compter que les compagnies capables d'offrir à leurs clients une technologie de pointe peuvent faire de meilleures affaires). Enfin, les entreprises de génie comptaient perfectionner leur personnel grâce au transfert de connaissances et de technologie de l'École à leur organisation.

Résumé

Les succès remportés par le projet jusqu'en mars 1987 sont attribuables à trois facteurs : le leadership et le dynamisme des professeurs de l'École, le fait que ceux-ci aient déjà eu des relations avec l'industrie, et le nombre des participants et leurs intérêts communs.

Les facteurs négatifs avaient été largement éliminés dès l'été 1986. Ils étaient imputables à des attentes différentes quant au temps qu'il faudrait pour obtenir des résultats pratiques ainsi qu'à des divergences de vues sur la gestion du projet. Même si certains des participants avaient déjà eu des expériences de relations entre l'université et l'industrie, bien qu'à plus petite échelle, le différend culturel entre les deux mondes restait à combler.

Ce projet (en supposant qu'il aboutisse) montre qu'une relation entre l'université et l'industrie peut être une source de grands avantages économiques pour toutes les parties. L'École a bénéficié d'une importante subvention dans un domaine de recherche prioritaire. L'industrie s'attend aussi à obtenir plusieurs avantages, même s'il lui faudra encore quelques années avant qu'il soit évident qu'elle pourra les avoir ou pas.

Enfin, l'importance du transfert de connaissances n'est certes pas à négliger. Grâce à leurs partenaires de l'industrie, les universitaires savent mieux comment leurs travaux sont appliqués. Le projet n'est qu'à moitié réalisé que l'industrie en bénéficie déjà, grâce au perfectionnement technologique de son personnel. D'ailleurs, les partenaires industriels interrogés dans le cadre de notre étude ont confirmé pouvoir compter sur d'autres transferts de connaissances de l'École à d'autres de leurs employés.

7. UNIVERSITÉS ACADIA ET ST. MARY'S, SCOTIAN GOLD COOPERATIVE ET NORFOLK FRUIT GROWERS' ASSOCIATION

Introduction

Cette relation portait sur l'essai de deux substances chimiques grâce auxquelles les pommes devaient conserver une qualité optimale même après un entreposage prolongé. Les deux substances étaient hydrosolubles et pouvaient être pulvérisées sur les fruits soit immédiatement avant la récolte, soit après, par pulvérisation, trempage ou aspersion, avant que les pommes soient entreposées dans des chambres froides ou des pièces à atmosphère contrôlée. Les essais ont consisté à utiliser une gamme de combinaisons d'applications et de méthodes d'entreposage afin de déterminer laquelle donnait les meilleurs résultats selon les critères de fermeté, de saveur et de durée d'entreposage du fruit.

Les deux universités ont peu participé directement au projet, mais ce sont des membres de leurs départements de chimie qui ont créé les substances en question. Perry Lidster, un scientifique de la station de recherches d'Agriculture Canada à Kentville, en Nouvelle-Écosse, a été le point de liaison entre les divers intervenants; deux coopératives de cultivateurs fruitiers, l'une de Kentville et l'autre de Simcoe, en Ontario, ont réalisé les essais. Ces coopératives traitent, entreposent, conditionnent et vendent les produits de leurs membres; elles sont les plus grandes organisations du genre dans leur province.

Évolution

L'histoire de cette relation a commencé au milieu des années 1970, quand M. Keith Collver, vice-président de direction de la Norfolk Fruit Growers' Association, a commencé à presser Agriculture Canada d'évaluer de nouvelles techniques d'entreposage mises à l'essai au Royaume-Uni et ailleurs. Agriculture Canada possède un réseau pancanadien de stations de recherches dont l'activité est largement axée sur les produits locaux. Quand le ministère a décidé d'étudier les techniques d'entreposage des fruits, il a confié cette tâche à la station de Kentville, située au coeur de la pommiculture de la Nouvelle-Écosse, et placée sous la direction de M. Lidster. Avec l'aide de M. Collver et de son organisation, Perry Lidster et le personnel de la station ont fait des essais d'entreposage en atmosphère contrôlée. Cette collaboration a été couronnée de succès : elle a abouti à la mise au point de méthodes d'entreposage améliorées sous des conditions de faibles et de très faibles concentrations d'oxygène.

Par ailleurs, la coopérative Scotian Gold avait à l'occasion travaillé à des projets de recherche avec le personnel de la station de Kentville, autant pour sa proximité que pour d'autres raisons, mais elle ne semblait pas faire preuve d'autant d'enthousiasme à l'égard des nouvelles techniques que la Norfolk Fruit Growers' Association.

À la fin des années 1970, deux groupes de professeurs de chimie ont conçu des substances propres à améliorer la qualité des pommes entreposées. M. Lidster a appris que ces substances existaient grâce à ses relations locales et universitaires. Il a facilité la prise de contact entre les professeurs et les deux coopératives.

La première de ces substances est le Nutri-Save, un dérivé du chitosan. Les droits appartiennent à Nova Chem Inc., une entreprise qui est la propriété de trois professeurs de chimie, MM. Ernest Hayes, d'Acadia, et Donald Davies et Clive Elson, de St. Mary's, qui ont travaillé sur le Nutri-Save à leur compte, plutôt que pour l'université où ils enseignent. Leurs travaux ont été en partie financés grâce à de petites subventions

d'Agriculture Canada et du Conseil national de recherches, et en partie aussi grâce aux revenus générés par les services de consultants de Nova Chem. Des essais réalisés en 1984 par les deux coopératives ont révélé que le Nutri-Save présente d'intéressantes possibilités commerciales; ses créateurs s'attendaient à obtenir un brevet vers la fin de 1986. Au moment où nous avons rédigé notre rapport, le produit était soumis aux expériences toxicologiques et à l'analyse requises par Santé et Bien-être Canada pour en autoriser l'utilisation sur des aliments.

Le second produit est le Rutin, un dérivé de la vitamine P isolé par Arthur Dick, professeur de chimie à l'Université Acadia. Dans ce cas-ci comme dans le premier, le chercheur a bénéficié de petites subventions d'Agriculture Canada et du Conseil national de recherches. Toutefois, M. Dick a fait une partie de ses recherches dans le contexte de son travail à l'Université. Il a présenté en 1986 des demandes de brevet pour le Rutin au Canada et aux États-Unis.

Constatations

Le leadership et la motivation ont été des facteurs clés de ces relations. Le protagoniste a sans contredit été Perry Lidster, qui a facilité les contacts entre les professeurs et les deux coopératives. Ses recherches lui ont valu une impressionnante réputation nationale et internationale grâce à laquelle les universitaires l'ont reconnu comme un collègue. Cette réputation lui donne accès à tout un réseau de personnes et d'organisations connaissant bien la physiologie des fruits après leur récolte.

Keith Collver et Robert Nowasad, respectivement principal administrateur de Norfolk et de Scotian Gold, se décrivent tous deux comme des scientifiques de formation. C'est leur intérêt pour la technologie nouvelle qui les a poussés à entrer en relation avec les universitaires. M. Collver entretenait des relations depuis plusieurs années avec M. Lidster, mais M. Nowasad ne le connaissait, lui, que depuis quelques mois. (Le dernier nommé a quitté Scotian Gold au cours de notre étude; les effets à long terme de son départ sur la relation ne sont pas encore connus.)

Les participants avaient tous leurs propres raisons de participer au projet. Celles de M. Lidster correspondaient aux buts d'Agriculture Canada -- et plus particulièrement de la station de Kentville -- c'est-à-dire l'avancement des connaissances canadiennes sur la physiologie des fruits après leur récolte et le transfert de cette connaissance à l'industrie fruitière canadienne, afin d'en augmenter la compétitivité et le rendement global.

Les professeurs qui ont conçu le Nutri-Save l'ont fait parce qu'ils voulaient produire et vendre à profit un produit commercial. Les raisons de M. Dick étaient du même ordre; son Rutin semble toutefois avoir besoin d'être perfectionné davantage que le Nutri-Save pour être mis en marché. (Même si M. Dick a fait une partie de ses recherches dans le contexte de son travail à l'Université, il semble que celle-ci lui laisse tous les droits sur son produit.)

MM. Kowasad et Collver ont pris part au projet dans l'espoir de donner à leur coopérative un avantage sur ses concurrents. Ils se disaient qu'il était possible que les substances leur permettraient de conserver efficacement des pommes plus longtemps (ou de les garder plus fraîches en les entreposant pour la même période) qu'avec les méthodes qu'ils utilisaient. Si les nouvelles substances répondaient à leurs attentes, les membres de leurs coopératives réaliseraient de plus gros profits.

En plus des personnes et des organisations dont nous avons fait état, d'autres parties ont participé à quelques aspects des essais; il s'agit de l'Université de Guelph, de la station de recherches de Vineland du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario, et de deux coopératives de cultivateurs fruitiers, une de la Colombie-Britannique (British Columbia Tree Fruits) et l'autre de Kelowna.

Dans ce cas-ci, il n'y avait pas à proprement parler de structure de gestion, mais plutôt un réseau de personnes dont les raisons d'agir se complétaient. Une fois que les coopératives ont été sollicitées et qu'elles ont accepté d'effectuer les essais, il ne restait plus qu'à s'assurer qu'elles appliqueraient les substances dans des conditions précises et qu'elles noteraient correctement les données nécessaires sur la condition des pommes. Ce n'était pas un grand problème de gestion, dans la mesure où ces activités étaient intégrées à la tâche quotidienne.

8. CONSTATATIONS GLOBALES ET CONCLUSIONS

Nos études avaient pour but l'examen de la dynamique des relations de recherche entreprises-universités. Ce faisant, nous avons décelé des facteurs positifs dont certains se retrouvent dans plusieurs cas. Nous avons aussi pu constater l'existence de quelques facteurs négatifs, moins nombreux ceux-là. Enfin, nous avons défini un certain nombre d'avantages communs.

Voici le résumé de ces facteurs positifs et négatifs et de ces avantages.

Facteurs positifs
Les facteurs positifs qui suivent ne sont pas présentés dans un ordre particulier.

Dynamisme personnel
Dans chaque cas, il y avait au moins une personne qui avait vraiment à coeur que le projet soit une réussite, soit pour des raisons personnelles, soit par esprit d'entreprise. Il semble que la présence d'un champion (ou d'un catalyseur) soit d'une importance critique pour la réussite ou l'échec des projets du genre de ceux que nous avons étudiés.

- À l'Université Simon Fraser, l'entrepreneurship de Leslie Clay et l'esprit scientifique innovateur du professeur Vidaver ont été des facteurs clés dans l'établissement de la relation.
- À Calgary, les motivateurs clés ont été M. Raymont, du bureau de transfert technologique de l'Université, et le professeur Vasudevan, directeur du projet.
- À l'Université de Waterloo, le professeur McKay a porté la bannière du projet dès le début.
- À McMaster, le professeur Thode a créé la chaire il y a 25 ans. Le titulaire actuel, le professeur Lu, est un universitaire très tourné vers l'extérieur.
- À l'École Polytechnique, le doyen des études supérieures et de la recherche, Wladimir Paskievici, et le chef de département, le professeur Tinawi, ont été d'ardents promoteurs du projet.
- Dans le cas de l'Université Acadia, les deux directeurs des coopératives, MM. Collver et Nowasad, ont été les grands artisants de la relation, comme d'ailleurs le chercheur d'Agriculture Canada, M. Lidster.

Antécédents
Pour certains participants, ce facteur est une question de chance ou de coïncidence, mais il nous semble avoir été dû plus souvent au fait qu'un participant clé s'était trouvé au bon endroit au bon moment en raison de certains contacts. Les réseaux sont importants; plus les universitaires et les industriels se rencontreront, plus ils échangeront des idées. Ces rencontres sont souvent l'occasion pour la "chance" de se manifester.

- Le projet (ou les projets, si l'on préfère) de l'Université Simon Fraser a débuté pendant la récession du début des années 1980, quand Clay's Nurseries a eu besoin d'aller chercher des capitaux pour financer son programme de recherches.
- La relation qui a mené au projet de Calgary a été précipitée par le fait que deux personnes de milieux différents siégeaient en même temps au conseil d'administration de l'Alberta Microelectronics Centre.
- À l'Université de Waterloo, c'est le réseau des anciens qui a établi la relation nécessaire.

- Dans le cas de l'École Polytechnique, toutes les compagnies intéressées avaient déjà fait des travaux avec des spécialistes de l'École.
- La relation établie avec l'Université Acadia a commencé à toutes fins utiles quand M. Lidster s'est rendu au Royaume-Uni après avoir reçu la visite d'un représentant d'une compagnie britannique qui s'intéressait à la technologie de l'entreposage des fruits.

Technologie internationale
Dans un certain nombre de cas, la relation a été facilitée par l'existence de contacts technologiques avec l'extérieur du pays.

- À Waterloo, l'Université s'était familiarisée avec le logiciel de production MAP/1, de conception américaine.
- À McMaster, le premier professeur Stelco est venu de Grande-Bretagne, apportant avec lui ses connaissances de nouvelles techniques de fabrication de l'acier.

Évolution synergique
Avec le temps, les travaux de R et D aboutissent souvent à des projets dérivés des travaux initiaux.

- À l'Université Simon Fraser, un projet relativement petit est devenu une entreprise dont le potentiel se calcule en millions de dollars.
- À l'École Polytechnique, la maison d'enseignement, les compagnies d'électricité et les firmes de consultants en génie ont accumulé une masse considérable de compétences.

Souplesse et coordination à l'université
Les universités qui permettent à leur personnel de collaborer avec l'industrie sans trop de paperasserie ou sans exiger des frais généraux exagérés semblent les mieux placées pour avoir de bonnes relations en R et D avec le secteur privé. Par ailleurs, les universités peuvent tirer un grand profit d'un organisme central de coordination comprenant bien le fonctionnement de la R et D industrielle, à condition qu'il soit bien géré.

À cet égard, il faut tenir compte d'un autre facteur : les universités doivent reconnaître que la R et D industrielle est une activité universitaire légitime. Les récompenses habituelles des universitaires, c'est-à-dire l'avancement, la permanence, etc., doivent être offertes aussi bien à ceux qui oeuvrent en R et D industrielle qu'à ceux qui restent de "purs" universitaires.

- À Calgary, le bureau de transfert technologique de l'Université s'est arrangé pour faire réduire les frais généraux normalement facturés, en échange de quoi l'Université pourrait profiter de droits de propriété sur le logiciel.
- À mesure que le projet progressait, l'Université de Waterloo lui a affecté plus de personnel.
- L'École Polytechnique a consacré du temps d'ordinateur d'une valeur d'un demi-million de dollars de plus que prévu au projet, en plus d'y injecter des crédits prélevés sur d'autres postes.

Financement
Le financement des projets doit être suffisant; c'est un facteur critique, même s'il n'est pas prédominant. Le mode de financement doit être assez souple pour que le projet évolue de la façon la plus avantageuse possible.

- À l'Université Simon Fraser, le projet de base a commencé avec l'octroi de subventions PPIL totalisant 585 000 $. Depuis, trois autres organismes subventionnaires se sont mis de la partie.
- À Calgary, une subvention de 460 000 $ a permis au projet de démarrer. Toutefois, cette subvention du PARI a été une source de difficultés.
- À McMaster, Stelco verse 40 000 $ par année à l'Université, ce qui peut faire de la chaire un poste alléchant.
- À l'École Polytechnique, la subvention de 2,2 millions de dollars du CRSNG est la plus importante de l'histoire de ce Conseil.

Compréhension des différences culturelles
Cette qualité est très personnelle, tout comme l'entrepreneurship. Les participants clés doivent comprendre et respecter les différences de cultures entre le monde universitaire et le secteur industriel. Les universitaires doivent savoir que l'industrie a pour principal objectif de réaliser des profits pour ses actionnaires, ce qui suppose une budgétisation serrée et l'obtention de résultats utilisables dans un délai donné. De l'autre côté, les gens d'affaires doivent permettre aux universitaires de poursuivre des recherches qui leur rapportent quelque chose sur le plan personnel, dans le monde universitaire.

- À Calgary, le principal universitaire intéressé avait déjà fait de la R et D dans l'industrie.
- À McMaster, la chaire Stelco est un bon exemple de compréhension sur une longue période; la compagnie a adopté une attitude de non-intervention.
- À l'École Polytechnique, après des débuts difficiles, les deux cultures en sont venues à se comprendre mutuellement.
- Dans le cas de l'Université Acadia, les deux dirigeants des coopératives se décrivent comme des gens de formation scientifique.

Prestige
Dans deux des cas, les projets ont été facilités par le prestige que l'Université croyait obtenir en coopérant avec une grande entreprise.

- À Waterloo, l'Université a travaillé pour l'un des chefs de file mondiaux des techniques de production adaptables.
- À McMaster, le nom de Stelco a un poids considérable.

Avantages attendus
Quand au moins l'une des parties y voit des avantages tangibles, le projet a bien plus de chances de connaître le succès.

- Dans le cas de l'Université de Waterloo, le personnel de John Deere estimait que le projet était d'une importance critique pour la survie de l'usine de Welland.
- Dans le cas de McMaster, la possibilité d'améliorer nettement ses techniques de fabrication de l'acier intéressait beaucoup Stelco.

Communication
Une bonne communication commence au tout début d'un projet, quand les objectifs sont définis et acceptés par les parties. Elle se poursuit pendant tout le déroulement du projet, quel que soit le niveau de communication requis pour que les deux parties soient bien informées des progrès. Parfois, il faut prévoir des rencontres régulières, mais dans d'autres cas, des contacts moins structurés suffisent.

- À l'Université Simon Fraser, la communication entre les divers intervenants n'est pas structurée, mais elle est efficace.
- À Calgary, un employé de Willowglen travaille à plein temps à l'Université.
- À Waterloo, les représentants de l'Université et de la compagnie se sont réunis régulièrement et les communications n'ont jamais cessé.
- À McMaster, le titulaire de la chaire Stelco est en contact quasi quotidien avec la compagnie.
- À l'École Polytechnique, les réunions sont très structurées.
- Dans le cas de l'Université Acadia, des communications non structurées sont parfaitement satisfaisantes.

Continuité
Dans certains cas, le fait que les principaux intervenants aient assuré la direction du projet jusqu'à son aboutissement a été un facteur clé.

- À Simon Fraser, le professeur Vidaver a continué à travailler après l'âge de la retraite pour mener à bien les projets dont il s'occupe.
- À McMaster, le titulaire actuel occupe la chaire depuis 13 ans.
- À l'École Polytechnique, les firmes de consultants en génie avaient toutes déjà fait des travaux avec l'École et connaissaient bien son personnel.
- Dans le cas d'Acadia, le scientifique d'Agriculture Canada, M. Lidster, s'occupait d'entreposage des fruits depuis sept ou huit ans.

Objectifs réalistes
Quand les objectifs sont réalistes, le projet a évidemment de meilleures chances de succès.

- À Simon Fraser, chaque projet de propagation des arbres porte sur une seule espèce.
- À McMaster, Stelco ne comptait pas obtenir grand-chose de plus que du prestige et de bonnes relations publiques. Tous les avantages directs lui sont venus en plus.
- Dans le cas de l'École Polytechnique, l'objectif initial (système entièrement intégré pour les centrales) n'était pas réaliste; il a été ramené à des proportions plus modestes.

Dévouement du personnel
Il va sans dire aussi que ceux qui travaillent à un projet doivent tenir à ce qu'il réussisse. Leur motivation n'a pas besoin d'être aussi grande que celle des responsables du projet, mais les activités de R et D ne peuvent manquer d'éprouver des difficultés si les deux parties ne peuvent compter sur un personnel dévoué.

- À Calgary, deux chercheurs ont été embauchés pour travailler au projet; autrement, ils seraient sans travail. Le directeur du projet est disposé à remettre à plus tard la publication des résultats -- et la reconnaissance de son travail, récompense habituelle des universitaires.

Planification stratégique
Les projets que nous avons étudiés n'ont pas tous fait l'objet d'un plan stratégique, mais ceux qui étaient bien planifiés étaient plus clairement définis dès le début, de sorte que les décisions ont toujours été beaucoup plus faciles à prendre dans leur cas que dans celui des autres.

Facteurs négatifs

Un seul des six cas peut être considéré comme un échec, en ce qu'il n'a pas atteint ses objectifs. Les autres peuvent encore échouer, mais ils semblent jusqu'ici être dans la bonne voie. Néanmoins, il a fallu dans chaque cas surmonter plusieurs difficultés qui auraient pu causer l'échec du projet, faute d'avoir été surmontées. Voici une description générale de ces facteurs négatifs.

Manque de coordination

Dans certains cas, la coordination peut facilement être assurée par un universitaire ou par un scientifique du secteur privé. Toutefois, quand le projet nécessite l'apport de nombreuses personnes ou d'organismes de financement, il a besoin d'une solide fonction de coordination centrale.

- Dans le cas de Waterloo, le personnel de Deere ne coordonnait pas bien ses efforts.
- Dans le cas de l'École Polytechnique, les responsables ont fini par se donner la coordination qui leur faisait défaut au départ.

Fardeau administratif du financement

Bien entendu, sans subventions du secteur public, bien des projets de R et D ne démarreraient jamais. Néanmoins, une fois que le projet a démarré, il faut veiller à ne pas l'écraser sous le poids de la paperasse bureaucratique. Trois des six projets ont éprouvé à cet égard des difficultés si graves qu'elles menacent de les faire échouer.

- À l'Université Simon Fraser, le CNRC exige des rapports plus longs à préparer et refuse de libérer les fonds tant qu'il ne les a pas reçus.
- Dans le cas de l'Université de Calgary, le CNRC a mis le projet dans une situation financière précaire en n'adaptant pas le financement aux besoins changeants de la relation; la province a promis des fonds même si aucune loi ne l'autorisait à le faire.
- Dans le cas de l'École Polytechnique, un organisme provincial pourvoyeur de fonds a fait marche arrière après avoir donné aux intéressés des raisons de s'attendre à son appui pour le projet.

Manque de conviction

Les deux parties doivent vouloir que le projet réussisse pour les bonnes raisons. Si l'un des participants (voire plus d'un) est forcé de s'attaquer à un projet, les possibilités de réussite sont bien moindres que si les deux parties ont de bonnes raisons de faire le travail.

- Dans le cas de Waterloo, la maison mère américaine de la compagnie John Deere mettait l'exécution de la recherche comme condition de la survie de l'usine de Welland.

Manque de compréhension de l'envergure du projet

C'est l'inverse du facteur de réussite que sont des objectifs réalistes. Quand il est impossible d'atteindre les objectifs, ils deviennent une cause de frustration et menacent la survie du projet.

- Dans le cas de Waterloo, la compagnie n'avait pas une bonne idée des ressources nécessaires pour que le projet soit mené à bien. Il est possible que les universitaires aient eux aussi sous-estimé l'ampleur de la tâche, même s'ils disent avoir prévenu Deere que ses objectifs étaient exagérés. L'Université a affecté plus de personnel au projet, mais pas encore assez pour que les objectifs puissent être atteints.

Objectifs mal définis
Si les objectifs et les tâches ne sont pas clairement définis dès le début, on risque de perdre beaucoup de temps pendant que les gens travaillent indépendamment en prenant des orientations qui risquent d'être contradictoires.

- Faute d'avoir des objectifs bien définis, l'Université Simon Fraser n'a pas entrepris le projet de base aussi rapidement que l'aurait voulu Clay's, qui a été déçu de voir les résultats tarder à venir.
- Le projet de l'École Polytechnique a failli échouer au stade préliminaire, quand il est devenu manifeste que les firmes de consultants en génie avaient des objectifs à court terme, tandis que ceux de l'école étaient à long terme.

Récompenses des universitaires
Les universitaires ont coutume d'être récompensés en publiant les résultats de leurs recherches, faisant ainsi reculer les frontières de la connaissance, dans l'intérêt de tous. Toutefois, quand la recherche est effectuée pour une entreprise, il faut souvent retarder la publication des résultats pour que celle-ci puisse tirer parti de l'avantage commercial que lui confère la découverte dont elle est propriétaire. C'est pour cette raison que certaines universités répugnent à participer à des travaux de R et D avec l'industrie et qu'elles pénalisent ceux qui minent ainsi la "pureté" de la recherche universitaire, en disant qu'ils sapent sa raison d'être.

Avantages
Chacun des projets que nous avons étudiés a produit des avantages tangibles : les universités ont souvent obtenu des subventions; les produits ou les entreprises ont accru leur compétitivité ou réalisé d'autres gains financiers directs. Il y a des avantages de ce genre dans chacun des six cas. Toutefois, les avantages les plus importants de ces relations sont plutôt intangibles, ou du moins difficiles à quantifier. Ces avantages intangibles, nous les décrivons de la façon suivante.

Transfert technologique
Dans certains cas, le transfert s'est fait entre partenaires industriels, mais dans la plupart des cas, l'échange s'est fait de l'université à l'industrie et vice versa. C'est un transfert qui résulte de la communication normale entre les personnes qui participent aux projets ou qui procède de la réaffectation des gens qui quittent un service pour un autre.

- Dans le cas de Simon Fraser, un ancien employé de la pépinière est devenu étudiant à plein temps à la faculté des études supérieures de l'Université, où il acquiert des connaissances et en communique à d'autres.
- À Calgary, l'employé de Willowglen affecté à plein temps à l'Université finira par retourner à la compagnie, où il transmettra à d'autres les connaissances qu'il aura glanées aux côtés des universitaires.
- Dans le cas de l'Université de Waterloo, la compagnie John Deere s'est familiarisée avec les techniques de simulation et avec les logiciels de gestion de la production; l'Université, elle, a pu en apprendre sur les techniques utilisées en usine.
- À McMaster, le projet a amélioré la qualité de l'enseignement et l'accès aux installations de R et D de Stelco pour les professeurs et les étudiants.
- Dans le cas de l'École Polytechnique, il y a eu échange réciproque entre les firmes de consultants en génie et l'École, qui a beaucoup appris sur la pratique du génie.
- Dans le cas de l'Université Acadia, les coopératives suivent désormais l'évolution des techniques d'entreposage des pommes.

Centre d'excellence

Dans plusieurs cas, l'existence d'un centre d'excellence est antérieur à l'établissement de la relation; elle a même pu être une condition préalable à son établissement. Dans d'autres cas, la relation a servi de catalyseur de la création d'un centre d'excellence.

- L'Université Simon Fraser est désormais l'un des deux centres canadiens de recherche sur la multiplication des arbres.
- Le SRDG de l'Université de Calgary avait déjà mis au point son système SCADA; le projet Willowglen est sa première application pratique.
- Le projet de Waterloo donne à l'Université de plus grandes possibilités de s'imposer comme centre d'excellence dans le domaine des logiciels de production industrielle.
- La chaire Stelco de McMaster a contribué à attirer les plus grands noms de la métallurgie à l'Université.
- Son projet a mis l'École Polytechnique en meilleure posture pour rehausser la réputation déjà grande du Québec en matière de conception, de construction et d'exploitation d'aménagements hydro-électriques.
- Dans le cas de l'Université Acadia, la station de recherches d'Agriculture Canada est devenue le point central au Canada de la recherche sur l'entreposage des pommes.

Développement régional

Certains des projets ont desservi un segment important de l'économie locale. La situation géographique (ou l'emplacement) est un facteur important de presque tous les projets de ce genre. Que ce soit par hasard ou à dessein, un fait demeure : toutes les universités que nous avons étudiées s'étaient donné une grande compétence dans des domaines scientifiques qui correspondaient aux points forts de l'industrie implantée dans leur région immédiate.

- Le projet de l'Université Simon Fraser est extrêmement important pour l'industrie forestière, c'est-à-dire pour le secteur qui génère le plus de recettes d'exportation pour le Canada. Les gouvernements ont beaucoup négligé le reboisement.
- Dans le cas de l'Université de Calgary, les possibilités d'expansion de Willowglen sont dans l'industrie du pétrole et du gaz, même si le système SCADA aura des applications dans d'autres secteurs.
- L'Université de Waterloo continue d'axer ses activités sur la fourniture de logiciels perfectionnés au secteur manufacturier ontarien.
- À Hamilton, l'Université McMaster a bien servi l'industrie sidérurgique locale, qui subit d'énormes pressions de la concurrence internationale. La survie même de l'industrie d'Hamilton dépend de ses progrès technologiques.
- Le projet de l'École Polytechnique contribue à assurer la prédominance de Montréal en tant que centre d'excellence dans le domaine de la conception et de la fabrication assistées par ordinateur.

9. RÉSUMÉ

Ces études de cas de relations entreprises-universités en R et D montrent que les relations réussies peuvent générer d'importants avantages économiques. Les relations de ce genre peuvent faire avancer énormément les connaissances de la collectivité, tant universitaire qu'industrielle. Si les participants comprennent la dynamique de ces relations, avec leurs facteurs positifs aussi bien que négatifs, ils auront plus de chances d'obtenir certains de leurs avantages. Nous espérons que toutes les parties tireront profit d'une étude de cette dynamique et qu'elles chercheront à nouer de plus amples liens de ce genre.

Le Conseil des sciences du Canada est un organisme consultatif national en matière de politique scientifique et technologique. Ses principales fonctions consistent à :

- étudier les questions de politique scientifique et technologique;
- recommander des lignes d'action au gouvernement;
- sensibiliser les Canadiens à l'importance des sciences et de la technologie dans leur vie;
- encourager le débat entre les autorités publiques, les chefs d'entreprises et les établissements universitaires au sujet de la politique scientifique et technologique.